

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
ESTUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA



PROYECTO FINAL DE CARRERA
Diseño de una industria elaboradora de cerveza con una
capacidad de producción anual de 7.350 hL

Autor: Carlos García Ortiz
Directora: Arantxa Aznar Samper
Titulación: Ingeniería Agronómica

Septiembre 2014

ARANTXA AZNAR SAMPER, PROFESORA DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA DE ALIMENTOS Y DEL EQUIPAMIENTO AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CERTIFICA

Que el proyecto fin de carrera titulado “DISEÑO DE UNA INDUSTRIA ELABORADORA DE CERVEZA”, presentado por **CARLOS GARCIA ORTIZ**, ha sido realizado bajo mi dirección y cumple las condiciones requeridas para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.

Y para que conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en Cartagena, a 26 de septiembre de 2014.

Fdo.: Arantxa Aznar Samper

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a todos los profesores que durante largos años han dedicado su tiempo y paciencia a transmitir los conocimientos adquiridos gracias a su experiencia. En especial a la Directora del proyecto Arantxa Aznar Samper, al Co-Director José Manuel Barat y a Juan Antonio Nicolas Cuevas que me presto su valiosa ayuda en las fases iniciales de diseño.

Agradecer también a mis padres, a mi hermana y a Eva, que me han apoyado en todo momento.

Memoria

1. ANTECEDENTES.....	2
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	2
3. BASES DEL PROYECTO.....	2
4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	2
5. SOLUCIÓN TÉCNICA ADOPTADA.....	3
6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	13
7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	21
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	21
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	21

Anejo I – Cálculos constructivos

1. OBJETO.....	23
2. MÉTODO.....	23
3. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	23
4. CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS.....	24
5. CÁLCULO DE LAS CORREAS.....	27
6. ANÁLISIS DE PÓRTICOS.....	32
7. CÁLCULO PÓRTICOS.....	40
8. CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS.....	49
9. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN.....	54

Anejo II – Instalación de iluminación y eléctrica

1. OBJETO.....	58
2. INTRODUCCIÓN.....	58
3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	58
4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ILUMINACIÓN.....	69
5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA.....	76
6. MEDICIONES.....	81

Anejo III – Estudio geotécnico

ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	84
-------------------------	----

Anejo IV – Instalación de fontanería

1. OBJETO.....	85
2. INTRODUCCIÓN.....	85
3. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA.....	85
4. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	86
5. DIMENSIONADO.....	87

Anejo V – Instalación de vapor

1. CONDICIONANTES.....	89
2. PROCESOS EN LOS QUE INTERVIENE EL VAPOR.....	89
3. CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE VAPOR.....	90
4. INSTALACIÓN DE AGUA PARA LA CALDERA.....	103
5. CALDERA.....	105
6. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE COMBUSTIBLE.....	106

Anejo VI – Red de saneamiento

1. INTRODUCCIÓN.....	108
2. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	108

Anejo VII – Seguridad contra incendios

1. INTRODUCCIÓN.....	112
2. OBJETO.....	112
3. NORMATIVA.....	112
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	112
5. CARACTERIZACIÓN POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....	113
6. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....	114

7. SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN.....	117
8. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.....	117

Anejo VIII – Instalación frigorífica

1. INTRODUCCIÓN.....	120
2. CONDICIONANTES.....	120
3. NORMATIVA.....	120
4. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES FRIGORÍFICAS.....	121
5. SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO.....	125

Anejo IX - Mediciones y presupuesto

INICIO.....	130
-------------	-----

Anejo X – Análisis de la inversión

1. INTRODUCCIÓN.....	136
2. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	136
3. PRODUCCIÓN.....	136
4. COSTES DEL PROYECTO.....	136
5. BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	140
6. FLUJOS DE CAJA.....	141
7. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN.....	145
8. CONCLUSIONES.....	146

Anejo XI – Pliego de condiciones

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES.....	147
CAPITULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	148
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	150
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONOMICA.....	153
CAPITULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	156

Anejo XII – Estudio básico de seguridad y salud

1. INTRODUCCIÓN.....	159
----------------------	-----

2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....	159
3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.....	159
4.	BOTIQUÍN.....	161
5.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	161
6.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	162
7.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	162
8.	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	163
9.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	163
10.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	164
11.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	164
12.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	164
13.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	165

Anejo XII - Planos

1.	UBIICACIÓN.....	167
2.	CUBIERTA Y PÓRTICOS.....	168
3.	ESQUEMA UNIFILAR ILUMINACIÓN.....	169
4.	ESQUEMA UNIFILAR FUERZA.....	170
5.	INSTALACIÓN FONTANERÍA.....	171
6.	ESQUEMA FRIGORÍFICO.....	172
7.	INSTALCIÓN DE INCENDIOS.....	173
8.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	174
9.	DETALLES DE LA ESTRUCTURA.....	175
10.	DETALLE PLACA ANCLAJE.....	176
11.	MEDIDAS.....	177
12.	USOS Y SUSPERFICIES DE LA DISTRIBUCIÓN.....	178
13.	DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA EN PLANTA.....	179

Bibliografía

INICIO.....	181
-------------	-----

MEMORIA

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

Las motivaciones para la redacción del presente proyecto son las de obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto la realización de las obras e instalaciones para la puesta en funcionamiento de una industria elaboradora de cerveza con una producción anual de 7.350 hL, situada en el Polígono Industrial de Las Teresas, en el municipio de Yecla (Murcia).

3. BASES DEL PROYECTO

El punto de partida para la elaboración del presente proyecto es el de aprovechar la demanda de consumo de cerveza de calidad y con atributos diferentes a los que ya ofrece el mercado actual.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

4.1. TAMAÑO

Desde la primera concepción del proyecto se ha pensado como una producción de cerveza de calidad ofreciendo un valor añadido a los consumidores, por ello, el tamaño no debía de pasar unos límites que impidan el control y cuidado de los atributos perseguidos.

El tamaño, entendido como la capacidad de producción, depende de la maquinaria empleada y el proceso productivo; y es determinante en el resto de decisiones a tomar en la elaboración del proyecto.

Así pues para el estudio de diferentes alternativas se han considerado las operaciones unitarias limitantes en el tiempo para la producción y en base a ellas se ha elaborado un cuadro de producción anual gracias al cual se ha obtenido la capacidad productiva anual de cada alternativa.

4.1.1. ALTERNATIVA A

Operación	Maquinaria	Rendimiento/capacidad
Molienda	2 molinos de rodillos	500 kg/h
Sacarificación y cocción	3 tanques	50 hL/tanque
Fermentación	3 tanques	50 hL/tanque
Guarda	9 tanques	50 hL/tanque

4.1.2. ALTERNATIVA B

Operación	Maquinaria	Rendimiento / capacidad
Molienda	1 molinos de rodillos	500 kg/h
Sacarificación y cocción	1 tanque	150 hL/tanque
Fermentación	1 tanque	150 hL/tanque
Guarda	1 tanque	150 hL/tanque

5. SOLUCIÓN TÉCNICA ADOPTADA

5.1. MATERIAS PRIMAS

5.1.1. AGUA

Es el ingrediente principal, componiendo el 95 % del producto final y por lo tanto influye de forma importante en la calidad de la cerveza. Por lo tanto, se llevarán a cabo controles en la calidad del agua y se tomarán medidas para que esta sea adecuada para la elaboración del producto deseado.

Además el agua es utilizada para la instalación así como para la transmisión de calor.

5.1.2. MALTA DE CEBADA

Durante el proceso de fabricación de cerveza el almidón de la cebada se desdobra en maltosa y dextrina. La maltosa a su vez, durante la fermentación, se descompone en alcohol, carbónico y aromas.

5.1.3. LÚPULO

El lúpulo es una planta trepadora que además de transmitir el típico sabor amargo, favorece la formación de espuma y su persistencia. Por su fuerte, acción antiséptica contribuye a la buena conservación de la cerveza.

5.1.4. LEVADURA

Son microorganismos que al desarrollarse en el mosto metabolizan los azúcares, transformándolos en alcohol, carbónico y un gran número de compuestos aromáticos.

Las levaduras que se van a emplear pertenecen al género *Saccharomyces*.

5.1.5. ENVASES

La empresa se proveerá de envases de tipo:

- Botellas de vidrio de 0,33 L

5.1.6. TAPONES CORONA

Serán empleados tapones coronas para cerrar las botellas de vidrio.

5.1.7. ETIQUETAS

La etiqueta es el portante de información sobre la cerveza y la marca, junto con la botella es la forma en la que el consumidor recibe información sobre el producto en el momento justo antes de la compra, es por ello que se prestará especial atención a esta y a su diseño.

5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

5.2.1. RECEPCIÓN DE LA MALTA

La malta se recibe en silos que están localizados fuera de la nave y dentro de la parcela.

5.2.2. MOLIENDA

Durante la molienda la malta es triturada, procurando obtener una harina no excesivamente fina pero si uniforme. El molino está ubicado encima del tanque de sacarificación y cocción por lo que una vez que la malta es molida cae por gravedad dentro del tanque donde continuará el proceso.

5.2.3. SACARIFICACIÓN O BRACEADO

Al entrar la malta triturada en el tanque de sacarificación esta se mezcla con el agua tibia, cuya temperatura se hace subir poco a poco hasta 67 – 75 °C mediante la circulación de vapor de agua a través de la camisa del tanque.

La importancia de esta operación es muy grande y la regulación de la temperatura en cada momento es decisiva para obtener una cerveza de calidad. Los principales fenómenos que en esta etapa se producen son:

- Las amilasas favorecidas por la temperatura relativamente elevada realizan la transformación del almidón en dextrina, maltosa y otros productos intermedios, realizándose en proporciones muy distintas, según la temperatura.
- Las elevadas temperaturas aumentan el tanto por cien de hidratos de carbono no fermentables directamente como las dextrinas; mientras que a temperaturas menores se aumenta la proporción de maltosa.

5.2.4. LAVADO

Esta operación consiste en eliminar sólidos solubles que han quedado tras la sacarificación (bagazo) y posterior lavado de este mismo bagazo mediante lixiviado con agua caliente a 75 °C.

5.2.5. COCCIÓN

El mosto obtenido tras el lavado se vuelve a introducir en el mismo tanque en el que se produjo la sacarificación para ahora continuar con un proceso de cocción en el cual se alcanza la temperatura de 86 °C mediante vapor de agua. Al mismo tiempo se le adicionan 150 g/hL de flores femeninas de lúpulo. Este proceso se prolonga durante 2 horas y sus objetivos son:

- Concentración del mosto por evaporación
- Esterilización prácticamente total del mosto
- Destrucción de toda la acción enzimática
- Precipitación de sustancias nitrogenadas
- Disolución de materias esenciales, resinas y sustancias tánicas y nitrogenadas del lúpulo

5.2.6. CLARIFICACIÓN

La clarificación es un proceso de filtrado en el que se da al mosto un segundo filtrado antes de enfriarlo y dar paso a la fermentación.

5.2.7. REFRIGERACIÓN

Previamente a la fermentación se refrigera el mosto, para ello se hace pasar el mosto a través de un intercambiador de frío, haciendo descender su temperatura hasta 14 – 16 °C.

Este proceso no debe ser demasiado lento para así evitar que el mosto se contamine por microorganismos causantes de alteraciones, ya que el mosto de cerveza es un excelente medio de cultivo, además el enfriamiento previene la oxidación que podría ser perjudicial para la calidad y aroma de la cerveza elaborada.

5.2.8. FERMENTACIÓN

Una vez encubado el mosto en el tanque de fermentación se siembra con levaduras (250 – 350 g/hL), utilizándose cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

El tipo de fermentación a realizar es la llamada “Fermentación Baja” en la que el mosto se siembra inmediatamente después del enfriado a temperaturas entre 4 y 8 °C. En los días sucesivos la temperatura tiende a aumentar pero no debe pasar de 10 °C y después debe ir progresivamente bajando de manera que al terminar la fermentación, la cual dura una semana, la temperatura sea de 4 a 5 °C.

5.2.9. GUARDA

La guarda o fermentación secundaria, se trata de una fermentación después de la fermentación principal durante dos semanas a temperaturas cercanas al punto de congelación del orden de 4 a 5 °C. Durante este proceso se consumen la gran mayoría de compuestos fermentables. Si no se produce esta etapa después de la fermentación principal, la cerveza queda demasiado rica en compuestos fermentables y su conservación es difícil.

5.2.10. CRONOGRAMA PRODUCTIVO

Este apartado pretende organizar en el tiempo las operaciones antes descritas, así como determinar el número de operarios necesarios.

Operación	Tiempo	Nº de operarios
Molienda		2
Sacarificación	2 horas	1
Lavado	0,5 horas	1
Cocción	1,5 horas	1
Clarificación	0,5 horas	1
Refrigeración		1
Fermentación	1 semana	1
Guarda	2 semanas	1
Filtración y saturación		2
Envasado		2
Pasteurización		2

5.3.DIMENSIONADO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL

Buscando una capacidad productiva relativamente pequeña para una empresa que pretende enfocarse a un mercado principalmente local, se busca una producción del orden del 7000 hL por año.

El dimensionado de este supuesto se ha basado de todas las operaciones unitarias que intervienen en el proceso en aquellas que se han considerado principales. Estas son, molienda, sacarificación, cocción, fermentación y guarda.

Las dimensiones de la maquinaria seleccionada en las operaciones unitarias consideradas limitantes son:

- 2 molinos de rodillo de 400 kg/h
- 3 tanques de 50 hL en los que se llevará a cabo la sacarificación y la cocción
- 3 tanques de 50 hL para la fermentación
- 9 tanques de 50 hL para la guarda

Las duraciones de cada operación utilizadas para la estimación han sido:

- Los molinos no han sido considerados limitantes
- Sacarificación → mediante el método de infusión 2 horas
- Cocción 1,5 horas
- Fermentación → 1 semana
- Guarda → 2 semanas

Teniendo en cuenta la maquinaria seleccionada y el tiempo empleado en cada proceso se ha organizado la producción durante las 52 semanas del año. Al final se obtienen un total de 49 lotes, cada lote de 15.000 L , por lo tanto la producción (P) sería:

$$P=49 \text{ lotes/año} \cdot 15.000 \text{ L/lote} = 735.000 \text{ L/año}$$

$$P = 735.000 \text{ L/año} = 7.350 \text{ hL/año}$$

Siendo al producción anual de cerveza en España en el año 2012 de 33.000.000 hL, la producción calculada para esta industria sería en el porcentaje total:

$$(7.350 \text{ hL} \cdot 100)/33.000.000\text{hL} = 0,02 \%$$

5.4.MAQUINARIA SELECCIONADA

Los equipos que se utilizarán en la línea de producción, han sido seleccionados entre los que en la actualidad se construyen por fabricantes especializados en el sector alimentario y en especial cervecero. Las bases para la selección de la maquinaria han sido los cálculos de la producción basados en el proceso productivo antes explicados.

5.4.1. SILO MALTA

A continuación se detallas los silos comerciales encontrados:

Modelo	Volumen (m ³)	Altura total (m)	Precio (€)
1	10,77	4,94	1.086
2	23,81	5,92	1.199
3	25,87	7,90	1.581
4	25,87	7,90	1.581

Siendo necesario 37,10 m³ de malta por mes, se realizará un almacenamiento de esta materia prima mensualmente y por lo tanto la mejor opción será la de 3 unidades del primer modelo de manera que se mantiene separado en tres silos y así se pueden organizar en 3 lotes diferentes de manera que garantizamos la calidad del mismo y en caso de pérdida de un silo, la pérdida es menor.

5.4.2. TRANSPORTE NEUMÁTICO

Para transportar la malta desde los silos a los molinos se empleará un sistema de transporte neumático. El sistema de transporte pneumatico está completamente cerrado y sin polvo impide la contaminación del producto y del entorno de la planta, permitiendo un transporte seguro. El sistema empleado va a ser de fase diluida en vacío, para así poder emplearlo igual para descargar malta de un camión como para transportarla hasta los molinos.

Para este sistema se utilizará una bomba de vacío de las siguientes características:

Características de la bomba de vacío

Caudal (m³/h)	3
Presión final (Abs.) (mbar - hPa)	120
Potencia del motor (kW)	0,12
Número de revoluciones nominales (r.p.m.)	2.800
Peso (kg)	5,0
Aspiración bomba (mm)	9
Descarga bomba (pulgadas)	1/8
Máxima humedad (%)	80
Temperatura necesaria (° C)	0 - 40

5.4.3. MOLINO

Para la molienda de la malta se emplearán dos molinos de rodillos, dotado cada uno con dos cilindros y con un rendimiento de 250 kg/h. Tienen en su entrada una tolva con una rejilla de seguridad y protección y un fuerte imán para separar todas las impurezas metálicas. Está equipada de una palanca para la regulación de la distancia entre los cilindros, por medio de la cual se alcanza la granulosis y composición requerida de la malta triturada.

Características del molino

Potencia del motor (kW)	55
Velocidad (r.p.m.)	1.500
Superficie en planta (m²)	3 m · 1,5 m = 4,5 m ²
Altura total (m)	3,7
Peso (kg)	1.300

5.4.4. TANQUES DE SACARIFICACIÓN Y COCCIÓN

Las operaciones de sacarificación y cocción se llevan a cabo en el mismo tanque, de manera que una vez terminada la operación de sacarificación se filtrará el mosto para separar el bagazo que quedará retenido en el filtro de placas de presión.

Volumen (m³)	5
Altura (m)	2
Diámetro(m)	1,26

5.4.5. BOMBA DE TRASIEGO

Se empleará para el trasiego del mosto una bomba con eje helicoidal, hecha totalmente de acero inoxidable. La bomba asegura una presión de funcionamiento de 6 bar, que posibilita

trabajar en condiciones extremas incluso a bajas revoluciones. Las características técnicas de esta bomba son las que siguen:

Característica	Valor
Caudal máximo (1500 rpm)	5.500 L/h
Velocidad de giro	1.500 r.p.m.
Potencia	1,5 kW
Dimensiones	0,894 x 0,200 x 0,255 m
Peso	31 kg

5.4.6. FILTRO Y LAVADO

El lavado tras la sacarificación y antes de la cocción corresponde a un filtrado no muy fino en el que se pretende eliminar la mayor parte de sustancias en suspensión antes de pasar a la cocción. Para ello se va a emplear un filtro prensa de placas que es un sistema de filtración por presión.

Esta operación se compone de dos fases, llamaremos a la primera fase el filtrado y a la segunda el lavado. El filtrado es tras la sacarificación y corresponde a la obtención de un líquido claro y azucarado llamado mosto tras retener en el filtro el bagazo con los sólidos en suspensión. Los materiales sólidos que quedan después de esta filtración, quedan libres de mosto, pero se encuentran saturados de sustancias solubles valiosas; por ese motivo se hace circular por el filtro con la torta de filtrado anterior agua a una temperatura de 75 °C, comenzando la segunda filtración que llamaremos lavado. Este mosto segundo, se reúne con el mosto de la filtración para pasar a la cocción.

5.4.7. INTERCAMBIADOR DE FRÍO

Este equipo consiste en un intercambiador de placas, el tipo de intercambiador más eficiente, en el se emplea un fluido refrigerante (agua glicolada). Consta de diversas placas colocadas una junto a la otra y a través de las cuales circulan los fluidos frío y caliente intercaladamente; de manera que se maximiza la eficacia ya que la superficie de contacto es muy alta y por lo tanto la transmisión de calor también. El fluido refrigerante puede circular indistintamente por unas placas o por otras; aunque sí que se mejora mucho la transmisión y la calidad de la misma si estos fluidos figuran en sentidos contrarios. Las características del intercambiador seleccionados son las siguientes:

Característica del intercambiador de placas	
Materiales:	
• Platos y conexiones	ASI 316 (W.-1.4401, SS 2347)
• Soldadura	Cobre (Cu 99.9%)
Máxima presión de trabajo (bar)	30
Máxima temperatura de trabajo (° C)	+ 200
Mínima presión de trabajo (° C)	- 160
Área de transferencia de calor por plato (m ²)	0,15
Volumen por canal (dm ³)	0.27
Diámetro interno conexión (mm)	54.2

5.4.8. TANQUE FERMENTADOR

Para la fermentación se emplearán 3 tanques de 50 hL cada uno, el cono del tanque tiene un ángulo de 60 ° y está completamente elaborado en acero inoxidable, las características de estos tanques son:

Características del tanque fermentador	
Tipo	Vertical, cilindro-cónico, refrigerado, de presión
Material	AISI 304 Inoxidable
Acabado	2B – laminado en frío, recocido
Aislamiento	Espuma de poliuretano
Fono superior	Arqueado
Fondo inferior	Cónico de 60 °
Zonas de enfriamiento	Independientes, conexión G3/4"
Presión del tanque	1,5 – 3,0 bar
Presión en las zonas de enfriamiento	1,5 bar
Brazo sanitario y CO ₂	DN 25 con válvula DN40
Salida y entrada de levaduras	DN 40 con válvula DN40 – salida inferior
Salida y entrada de cerveza	DN 40 con válvula DN40 – a un lado del cono
Ducha	Desmontable
Agujero de entrada	Forma oval
Válvula de seguridad de subpresión	DN50 colocada en el fondo superior
Válvula de seguridad de sobrepresión	DN25 en el fondo superior, 1,5 – 3,0 bar
Anillos de suspensión	2 unidades
Grifo de degustación	DN15
Válvulas	DN40, 3 unidades
Detector de temperatura	PT-100, 2 unidades
Dispositivo taponado con manómetro	DN25
Certificación y pruebas	RTG TÜV

5.4.9. TANQUE DE LEVADURAS

El tanque de levaduras es un depósito de doble fondo inoxidable, con una tapa basculante y la parte inferior ligeramente cónica. Para el enfriamiento de las levaduras la parte cilíndrica presenta un sistema de enfriamiento con un duplicado de glicol, controlado por una válvula de bola manual. La parte cónica presenta una salida en la parte inferior para la descarga de las levaduras cerveceras. El depósito se encuentra colocado en un marco.

5.4.10. TANQUES DE GUARDA

Para la guarda se utilizarán 9 tanques autovaciantes de acero inoxidable calidad AISI 316, de 5.000 L cada uno, cuyas características se resumen a continuación:

Características del tanque de guarda	
Boca superior	400 mm con junta de caucho
Termómetro	0 – 50 °C
Grifo de degustación	Si
Válvula producto limpio	Mariposa DIN
Válvula salida de turbios	Mariposa DIN
Boca auto vaciante	400 mm con rejilla interior de sangrado
Altura del cuerpo	2.400 mm
Altura total	3.320 mm
Diámetro	1.585 mm
Espesor de chapa	

5.4.11. *FILTRO FINAL*

Para el filtrado final, antes del embotellado, se empleará un filtro de 20 placas de tipo 20x20 dotado con una bomba de 0,5 CV. Este tipo de filtro nos permite elegir entre diferentes exigencias de filtrado en función de la placa que se le coloque, la superficie de filtro (definida por el número de placas en este caso 20) es de 0,80 m² y sus dimensiones son 0,650 x 0,400 x 0,570 m.

5.4.12. *LAVADORA DE BOTELLAS*

Su función consiste en someter a las botellas de cristal reutilizadas y nuevas a un lavado antes de proceder al llenado de los mismos, por medio de unos chorros de agua caliente. Se diferencia entre el tratamiento que se da a las botellas nuevas que van a ser utilizadas por primera vez y por lo tanto se les da un lavado con agua caliente para limpiar posibles defectos de fabricación y suciedad que pueda haber cogido durante el almacenamiento; en cambio a las botellas reutilizadas se les da un tratamiento como sigue:

1. Pre-remojo
2. Lavado con solución caustica
3. Lavado con agua caliente 1
4. Lavado con agua caliente 2
5. Lavado con agua fría

La labor principal cuando llegan las botellas al enjuague, es desinfectar las botellas y la esterilización del agua para el próximo enjuague, para ello, se utilizará dióxido de cloro con una concentración de 1,5 a 2 ppm, por ser una de las mejores soluciones para desinfección.

Como lavadora de botellas se empleará una máquina semiautomática capaz de limpiar 1.800 botellas/hora y cuyas características se describen a continuación:

Características de la lavadora de botellas	
Capacidad de producción	1.800 botellas/hora
Número de posiciones de limpieza	24
Características de las botellas	250 – 650 mL
Tubería de entrada	2"
Dimensiones	1.230 x 0,960 x 1.370 m
Peso	600 kg

5.4.13. LLENADORA-TAPONADORA CON ADAPTACIÓN DE SATURADOR

Para el llenado de botellas se empleará una llenadora-taponadora de botellas cilíndricas, montada sobre un chasis único y movidos por un único motor de tracción, conectado con diferentes engranajes, permite una perfecta sincronización de todos los elementos constituyentes de la máquina.

Posee un sistema de protección según la normativa CE, con puertas y túneles en plexiglás y con microinterruptores de seguridad, a fin de evitar la apertura accidental. Del mismo modo posee detectores de seguridad sobre el circuito de las botellas, de forma que se detiene el funcionamiento de la máquina cuando se produce una irregularidad con las botellas.

El sistema de variación de velocidad, permite adecuar la misma a las necesidades de llenado, dependiendo fundamentalmente de los gases contenidos en el líquido a llenar.

Al mismo tiempo se le adaptará de forma sincronizada un saturador de CO₂ que permite regular que la cantidad de gas que tiene cada botella es la adecuada a las exigencias del producto. Este saturador tiene una capacidad de saturación capaz de alcanzar hasta 3 bar de presión.

Características de la llenadora de botellas	
Rendimiento máximo (botellas/hora)	1.500
Diámetro de las botellas (mm)	55-115
Altura de las botellas (mm)	150-270
Tolerancia de altura (mm)	+ 20
Potencia (kW)	3,8

5.4.14. ETIQUETADORA AUTOADHESIVA

La etiquetadora permite la colocación de etiqueta, contraetiqueta y collarín sobre las botellas, garantizando una buena presentación del producto final. Las características de esta son las que siguen:

Característica de la etiquetadora autoadhesiva	
Rendimiento (botellas/hora)	1.500
Diámetro de las botellas	55-110
Altura de las botellas	150-270
Potencia máxima de los motores	3,8

6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

6.1. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

El diseño de las edificaciones se ha llevado a cabo en función de las necesidades de producción atendiendo al principio de un funcionamiento racional de proceso productivo.

6.2. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE CONSTRUIDA

La superficie se proyecta con el objetivo de optimizar los recursos constructivos, aumentar la eficiencia energética y adecuar las necesidades productivas; por lo tanto se han proyectado 2 alturas, una de 4 m y otra de 6 m en las dependencias que requieren mayor altura, además se ha tenido en cuenta el posible desarrollo y crecimiento de la empresa. En la siguiente tabla se resume la distribución espacial de la construcción:

Dependencia	Dimensiones (m)		Superficie (m ²)
	Largo	Ancho	
Aseo 1	2,90	2,00	5,80
Aseo 2	2,90	2,00	5,80
Vestuario 1	2,90	4,30	12,47
Vestuario 2	2,90	4,30	12,47
Sala de reuniones	4,10	4,00	16,40
Comedor	4,10	4,00	16,40
Almacén	3,00	7,00	21,00
Recepción	-	-	56,60
Laboratorio	3,70	4,00	14,80
Oficina	3,70	4,00	14,80
Pasillo vestuarios	8,40	1,6	
Sala Brasserie	10,80	7,00	75,60
Sala Fermentación	8,30	8,00	66,40
Sala Guarda	8,30	8,20	68,06
Sala de Máquinas	5,00	7,00	35,00
Sala de lavado	5,00	8,00	40,00
Sala filtrado y envasado	5,00	8,20	41,00

6.3. OBRA CIVIL

Se proyecta una nave de planta rectangular de 26,2 m x 23,9 m, lo que corresponde a una superficie de 626,18 m². Los pilares tiene dos alturas diferentes, de 4 y 6 m dependiendo de las necesidades de la zona.

6.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El terreno está nivelado al estar ubicado en terrenos destinados a la industrialización, por lo que únicamente será necesario un desbroce y limpieza de la superficie. El siguiente paso será el replanteo y señalización de las zanjas y pozos de cimentación excavados.

6.3.2. ESTRUCTURA

Se proyecta una estructura metálica de acero, compuesta de 5 pórticos con 4 pilares cada pórtico. Los pórticos se proyectan para dos alturas diferentes, 3 de ellos para una altura de 4 m y dos de ellos para una altura de 6 m.

Elemento	Solución adoptada	Longitud (m)
Correas tipo 1	HEA – 100	10,0
Correas tipo 2	HEA – 100	8,6
Correas tipo 3	HEA – 100	5,2
Viga pórtico 1	HEA – 140	26,2
Pilares pórtico 1	HEA – 140	4,0
Viga pórtico 2	HEA – 140	26,2
Pilares pórtico 2	HEA – 140	4,0
Viga pórtico 3	HEA – 220	26,2
Viga 2 pórtico 3	HEA – 180	26,2
Pilares pórtico 3	HEA – 180	6,0
Viga pórtico 4	HEA – 220	26,2
Viga 2 pórtico 4	HEA – 180	26,2
Pilares pórtico 4	HEA – 180	6,0
Viga pórtico 5	HEA – 140	26,2
Pilares pórtico 5	HEA – 140	4,0

6.3.3. SUELOS

El suelo se proyecta mediante un sistema de pintado, que aparte de cumplir las normativas sanitarias, ofrece propiedades antideslizantes o derrapantes, muy resistente a exigencias químicas y mecánicas, obteniendo además un atractivo aspecto. Este suelo estará compuesto de:

- Preparación de la superficie (granallado o fresado)
- 1 capa de Extepol 150 Primer
- 1 capa de Extrefloor 950 S/D
- Adición de arena de sílice (cuarzo)
- 1 capa de Extrefloor 950 S/D

6.3.4. PAREDES INTERIORES

Las paredes que separarán los diferentes departamentos que componen la construcción objeto del presente proyecto estarán compuestas por el sistema “PanelSystem” con 70 mm de espesor. A las paredes se les impregnará pintura anti-incendios.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES BÁSICAS

6.4.1. INSTALACIÓN ILUMINACIÓN Y ELÉCTRICA

Este apartado tiene como objeto describir la instalación eléctrica a realizar en la nave, para cubrir la energía eléctrica exigida para el normal desarrollo de la actividad propia a desarrollar. Esta instalación se ha dividido en dos partes, una para la iluminación y otra para la fuerza. La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados. Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general contra sobreintensidades.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

La instalación de iluminación viene resumida en la siguiente tabla:

Salas	Número de luminarias	Potencia (W)	Potencia total (W)
Línea 1			
Aseos 1	4	20	80
Aseos 2	4	20	80
Vestuario 1	4	60	240
Vestuario 2	4	60	240
Almacén	5	60	300
Pasillo vestuarios	3	20	60
Total			1.000
Línea 2			
Sala de reuniones	4	60	240
Comedor	4	60	240
Recepción	11	60	660
Laboratorio	5	60	300
Oficina	8	60	480
Total			1.920
Línea 3			
Sala Brasserie	22	60	1.320
Sala Fermentación	22	60	1.320
Total			2.640
Línea 4			
Sala Guarda	12	60	720
Sala embotellado	12	60	720
Total			1.440
Línea 5			
Sala de Máquinas	10	20	200
Sala de lavado	12	60	720
Total			920
Línea 6			
Alumbrado exterior	22	20	440
Total			440
TOTAL 8.360 W			

Y de igual manera en el perímetro del edificio, un foco en cada esquina. De tal manera, que al final serán: 18 focos en el perímetro exterior + 4 focos en el perímetro del edificio = 22 focos

La instalación de fuerza:

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Sala molienda y cocción			
Molinos	2	55,00	110
Bomba filtro	1	0,37	0,37
Bomba trasiego	1	1,50	1,50
Bomba neumática	2	1,00	2
Sala de fermentación			
Bomba de trasiego	1	1,50	1,50
Sala de guarda			
Bomba de trasiego	2	1,50	3,00
Sala de máquinas			
Instalación frigorífica			78,7
• Compresor	1	69,20	
• Ventiladores condensador	1	8,00	
• Bomba agua glicolada	1	1,5	
Sala lavadora			
Lavadora botellas	1	7,6	7,6
Sala embotellado			
Bomba filtro y embotelladora	1	1,5	1,50
Tomas de corriente			
Toma trifásica (III+T)	6	7,6	45,6
Toma monofásica (II+T)	48	2,8	134,4

6.4.2. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

La instalación de fontanería viene descrita en su correspondiente anejo y planos. Los consumos para los que se ha diseñado esta instalación son los que figuran en la siguiente tabla:

Situación	Tomas	Consumo por toma (L/seg)	Consumo total (L/seg)
Laboratorio	1 fregadero	0,25	0,25
Servicio 1	1 lavabo	0,10	0,10
	2 inodoros	0,15	0,30
Servicio 2	1 lavabo	0,10	0,10
	2 inodoros	0,15	0,30
Vestuario 1	1 plato de ducha	0,20	0,20
Vestuario 2	1 plato de ducha	0,20	0,20
Tomas para limpieza	6 tomas	0,70	4,20
Total			5,65

Y en base a las necesidades antes expuestas, el dimensionado ha sido el siguiente:

Red de distribución de agua fría

Tramo	Abastece a	Aparato o punto de consumo	Material	Diámetro tubería (mm)	Diámetro llave (mm)
Tramo 1	Servicios Vestuarios	4 inodoros 2 lavabos 2 platos de ducha	PE	30	40
Tramo 2	Sala brasserie Sala fermentación Sala máquinas Sala lavadora	4 tomas	PE	25	32
Tramo 3	Sala guarda Sala embotellado Laboratorio	2 tomas 1 fregadero	PE	25	32

RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Tramo	Abastece a	Aparato o punto de consumo	Material	Diámetro tubería (mm)	Diámetro llave (mm)
Tramo 1	Servicios Vestuarios Sala brasserie Sala máquinas Sala fermentación	2 lavabos 2 platos de ducha 3 tomas	Cobre	22	25
Tramo 2	Sala lavadora Sala guarda Sala embotellado Laboratorio	3 tomas 1 fregadero	Cobre	22	25
Acometida caldera	Tramos 1 y 2		Cobre	28	32

6.4.3. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

Se instalará 1 red de saneamiento conjunta, tanto para la evacuación de las aguas pluviales como para la recogida de aguas fecales.

Las aguas pluviales serán conducidas mediante canalones hacia las bajantes, que desembocarán en las arquetas, que comunicadas mediante colectores, desembocarán en la red general de saneamiento del polígono industrial de Las Teresas.

La siguiente tabla describe los resultados del cálculo del dimensionado, basado en el documento del CTE de salubridad

Aparato			Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
Lavabo			40		
Ducha			40		
Inodoro con cisterna			100		
Urinario			50		
Botes sifónicos			100		
Cálculo de sumideros y colectores interiores					
Arqueta	Recoge el agua de	Dimensiones	Colector	Diámetro (mm)	Pendietne (%)
S1	Sala de maquinas	500 x 200	S1 – S4	150	1
S2	Sala de lavadora	500 x 200	S4 – S8	150	1
S3	Sala embotellado	500 x 200	S8 – S12	150	1
S4	Sala brasserie	500 x 200	S2 – S7	150	1
S5	Sala fermentación	500 x 200	S3 – S6	150	1
S6	Pasillo producción	500 x 200	S7 – S9	150	1
S7	Pasillo producción	500 x 200	S5 – S9	150	1
S8	Recepción	500 x 200	S10 – S9	150	1
S9	Recepción	500 x 200	S9 – S12	150	1
S10	Sala guarda	500 x 200	S12 – A13	250	1
S11	Laboratorio	500 x 200			
S12	Recepción	500 x 200			
A13	S12	630 x 510			

6.4.4. INSTALACIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Según el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, aprobado por el REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre; se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, estableciendo sectores de incendios, los cuales se definen como “espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso”.

El establecimiento objeto del presente proyecto constituye un único sector de incendio, con las siguientes zonas:

- Zona de producción y oficinas
- Almacén
- Sala de máquinas

Por lo tanto se obtiene que el riesgo del edificio objeto del presente proyecto es medio (5) y que la configuración del establecimiento es de tipo C; mediante la tabla 2.1 del citado Reglamento se obtiene

que la máxima superficie construida admisible es de 3500 m², dado que la superficie total, corresponde a una superficie de 626,18 m², se obtiene que la superficie construida es admisible.

6.4.5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se ha realizado un estudio geotécnico, en el cual se llega a la conclusión de que el suelo sobre el que asientan las edificaciones objeto del proyecto, es de tipo arcilloso semiduro sobre roca granítica de gran consistencia y resistencia en 3-4 kg/cm² (siempre superior a la tensión de cálculo considerada 2 kg/cm²).

6.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES

6.5.1. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

El sistema seleccionado para la instalación frigorífica al cual corresponde el presente anejo, es un sistema de expansión en evaporador tubular. El refrigerante se utilizará para refrigerar agua glicolada que circulará bañando los tubos del evaporador. Esta agua glicolada se almacenará en un depósito pulmón para dar respuesta a las necesidades de la industria.

Las necesidades a cubrir son las siguientes:

Proceso	Necesidades de frio (kcal/día)
Q1 - Intercambiador	3.150.000,00
Q2 - Pre-enfriamiento fermentador	51.428,57
Q3 - Fermentación	130.371,42
Q4 - Pre-enfriamiento guarda	1.620.000,00
Q5 - Guarda	58.181,76
TOTAL	5.009.981,75

Estas necesidades serán satisfechas por el siguiente equipamiento:

Equipo	Característica
Evaporador (kW)	230,00
Compresor (kW)	235,90
Condensador (kW)	344,00
Recipiente de líquido (dm³)	320,00
Depósito pulmón (L)	300,00

6.5.2. INSTALACIÓN DE CALDERA

La transferencia de calor, en la industria cervecera objeto de este proyecto, se va a realizar a través del vapor de agua, existen varias razones que hacen que el vapor de agua sea un medio ideal para el transporte de energía. Según el Reglamento de Equipos a Presión aprobado por el R.D. 1964/2009 se define "Caldera" como todo aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de calorías, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

Algunos de los motivos que han llevado a la elección de este sistema en el diseño de esta industria son los siguientes:

- El alto calor de vaporización del agua. El calor de vaporización del agua es el mayor de todos los líquidos fácilmente disponibles. Esto hace que el caudal másico de vapor necesario para producir el calentamiento sea pequeño
- El vapor de agua se conduce fácilmente por tuberías aprovechando la presión conseguida en su generación con pequeñas pérdidas de carga.
- La disponibilidad de agua, aunque el agua siempre represente un problema en la Región de Murcia.
- Su precio, en principio el agua es barata, en comparación con otros fluidos.
- En los calentamientos el agua se emplea en estado de vapor saturado, por lo que cede la mayor parte de su energía a temperatura constante. Esto facilita mucho la regulación de los procesos, especialmente en la pasteurización y la sacarificación en los que la regulación precisa de la temperatura es fundamental para la calidad final de la cerveza.
- De los procesos que forman parte de la industria objeto de este proyecto, 3 de ellos necesitan vapor (sacarificación, cocción y lavado de botellas). De los cuales 2 de ellos se realizan en cubas de calentamiento indirecto y el otro es un depósito en el que se calentará de forma directa un depósito de agua, inyectando vapor al mismo.

Proceso	Temperatura entra el producto (°C)	Temperatura requerida (°C)	Tiempo a la temperatura requerida (Minutos)	Volumen a calentar (L)
Sacarificación	15	75	120	15.000
Cocción	75	86	90	15.000
Lavado botellas	15	80	-	500

Para el diseño de la caldera se han calculado y analizado diferentes hipótesis y en base a ellas se ha decidido porque opciones optar, las hipótesis han sido las siguientes:

Hipótesis	Duración sacarificación	Presión vapor (bar)	Superficie de tubería necesario (m ²)
A	30 minutos	2	0,04107
B	30 minutos	8	0,00856
C	4 horas	8	0,00229

Se ha llegado a la conclusión de que la hipótesis C es la más acertada y por lo tanto se ha seleccionado un generador de vapor acorde a estas necesidades, con las características siguientes:

Características del generador de vapor

Medio de transferencia térmica	Vapor saturado de alta presión
Tipo de construcción	Sistema pirotubular con hogar
Potencia (kg/h)	175 a 3.200
Presión de diseño (bar)	Hasta 16
Temperatura máx. En °C	204
Combustible	Gasóleo C, Fuel-Oil, Gas

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Al estar la industria situada en un polígono industrial no es necesario elaborar un estudio de impacto ambiental según el RD 9/2000 de 6 de octubre.

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Dentro del marco legal que establece la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” (Ley 31/1995 de 8 de noviembre), se pueden distinguir dos fases diferenciadas dentro de todo proyecto: Por una parte, durante la ejecución de las obras, habrá que velar por la seguridad y salud de los trabajadores que participan en ella; por otra parte, una vez en marcha el proyecto, habrá que garantizar las condiciones mínimas de seguridad, salubridad e higiene de los trabajadores.

El estudio básico precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, se contemplan:

- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello
- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Se ha realizado un análisis económico de la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, los detalles se encuentran en el anejo XI, el correspondiente al análisis de la inversión. Las conclusiones que se extraen del citado análisis de inversión son:

- El precio más bajo por el que se puede vender el producto para que el proyecto sea rentable es de 0,70 € por unidad producida, es decir por cada botella de 0,33 L.
- El proyecto es viable ya que el VAN es superior a 0 y la TIR más pequeña es superior al máximo interés bancario considerado.

ANEJO I - CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto cumplir con las reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico de “Seguridad estructural”.

Según el artículo 10 de la Parte I del CTE (Código Técnico de la Edificación) el requisito básico “Seguridad estructural” consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

2. MÉTODO

Para los cálculos constructivos se emplea como complemento al cálculo manual programas informáticos, entre los que cabe destacar el software MEFI desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena. Así como DimCELSA para la selección adecuada de los elementos constructivos.

3. CONSIDERACIONES PREVIAS

- Localización de la nave: Los Alcázares
- Luz: 26,2 m ¿aunque no sea una luz corrida sin pilares se le puede llamar luz?
- Longitud del edificio: 23,9 m
- Separación entre pilares longitudinales 1: 7,2 m
- Separación entre pilares longitudinales 2: 10,4 m
- Separación entre pilares longitudinales 3: 8,4 m
- Separación máxima entre correas: 1,5 m (depende del material de cubierta dippanel.com)
- Altura de pilares 1: 3 m
- Altura de pilares 2: 6 m
- Tipo de cubierta: panel sándwich de peso 25 kg/m²

4. CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

- Separación entre correas (teniendo en cuenta que la separación máxima es de 1,5 m):

$$\text{Separación entre correas} = S_c = \text{faldón} / \text{nº de vanos}$$

$$\text{Nº de vanos} = 26,2 \text{ m} / 1,5 \text{ m} = 17,46 \text{ vanos} \approx 18 \text{ vanos}$$

$$S_c = 26,2 / 18 = 1,45 \text{ m}$$

- Número de correas: 18 vanos + 1 = 19 correas

4.1. CARGAS VARIABLES

4.1.1. CARGAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO EN LA CUBIERTA

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de:

- Forma y dimensiones de la construcción
- Características y permeabilidad de su superficie
- Dirección, intensidad y racheo del viento

La acción del viento se manifiesta en general en forma de una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto. Es la denominada presión estática, q_e , que vale:

Siendo:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

q_b = La presión dinámica del viento

C_e = El coeficiente de la exposición

C_p = Coeficiente eólico o de presión

- Coeficiente de exposición para zona industrial (según tabla): 1,4
- Coeficiente eólico: C_{eE}
- Presión dinámica zona B: 0,45 kN/ m²

Coeficiente eólico para cubiertas planas de bordes sin aristas (se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5º, según Tabla D.4 del DB SE-AE abril 20009) en naves y construcciones diáfanas sin grades huecos, obtenido para cada zona:

$$e = \min (b, 2h) \rightarrow (b=23,9 ; 2h= 2 \cdot 6 = 12) \rightarrow e = 23,9$$

$$e/10 \rightarrow 23,9/10 = 2,39$$

$$A = 2,39 \cdot 23,9 = 57,12 \rightarrow A > 10 \rightarrow F = -1,8; G = -1,2; H = -0,7; I = 0,2; I = -0,2$$

- Por lo tanto:

$$\text{Zona F} \quad q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (-1,8) = -1,13 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona G} \quad q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (-1,2) = -0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona H} \quad q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (-0,7) = -0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona I} \quad q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (-0,2) = -0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (+0,2) = +0,12 \text{ kN/m}^2$$

Para los cálculos se tomará la carga más desfavorable que es la de $-1,13 \text{ kN/m}^2$.

Por lo tanto, la presión estática, q_e :

$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,63 \cdot 1,4 = -1,027 \text{ kN/m}^2$$

4.1.2. CARGAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO EN LAS PAREDES

Área de influencia: $A = 4 \text{ m} \times 4,3 \text{ m} = 17,4 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$

Esbeltez en la dirección del viento: $h/d = 4 / 23,9 = 0,167 < 0,25$

(CTE-DB-SE-AE. Anejo D. Tabla D.1. Parámetros verticales)

Zona D barlovento: $q_e = 0,7 \rightarrow q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot 0,7 = 0,44 \text{ kN/m}^2$

Pórtico 1

Para un ancho de carga de 4,3 m: $0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot (4,3/2) \text{ m} = 1,89 \text{ kN/m}$

Pórtico 2

Para un ancho de carga de 5,7 m: $0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot (4,3/2) \cdot (5,7/2) = 2,69 \text{ kN/m}$

Pórtico 3

Para un ancho de carga de 5,7 m: $0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot (5,7/2) \cdot (8,6/2) = 5,39 \text{ kN/m}$

Pórtico 4

Para un ancho de carga de 5,7 m: $0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,6/2) \cdot (5,2/2) = 4,92 \text{ kN/m}$

Pórtico 5

Para un ancho de carga de 5,7 m: $0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot (5,2/2) = 1,14 \text{ kN/m}$

Zona E sotavento: $q_e = -0,3 \rightarrow q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4 \cdot (-0,3) = -0,19 \text{ kN/m}^2$

Pórtico 1

Para un ancho de carga de 4,3 m: $-0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot (4,3/2) \text{ m} = -0,41 \text{ kN/m}$

Pórtico 2

Para un ancho de carga de 5,7 m: $-0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot (4,3/2) \cdot (5,7/2) = -1,16 \text{ kN/m}$

Pórtico 3

Para un ancho de carga de 5,7 m: $-0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot (5,7/2) \cdot (8,6/2) = -2,32 \text{ kN/m}$

Pórtico 4

Para un ancho de carga de 5,7 m: $-0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,6/2) \cdot (5,2/2) = -2,12 \text{ kN/m}$

Pórtico 5

Para un ancho de carga de 5,7 m: $-0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot (5,2/2) = -0,50 \text{ kN/m}$

4.1.3. CARGAS PRODUCIDAS POR LA NIEVE

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima, del lugar, del tipo de precipitación, del relieve, del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los parámetros exteriores.

- Altitud topográfica: 10 msnm
- Zona climática en invierno: 6
- Sobre carga de nieve $0,2 \text{ kN/m}^2$

4.1.4. CARGAS TOTALES SOBRE LOS PLANOS DE CUBIERTA

- Peso propio de la correa: $8,34 \text{ kp/m} = 0,034 \text{ kN/m}$
- Peso de la cubierta: $0,20 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,45 \text{ m} = 0,29 \text{ kN/m}$
- Sobrecarga por instalaciones: $1 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,45 = 1,45 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga por nieve: $0,20 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,45 \text{ m} = 0,29 \text{ kN/m}$
- Sobrecarga por viento: $-1,027 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,45 = -1,49 \text{ kN/m}$
- Suma de las cargas verticales:

$$0,081 \text{ kN/m} + 0,29 \text{ kN/m} + 1,45 \text{ kN/m} + 0,29 \text{ kN/m} - 1,49 \text{ kN/m} = 0,62 \text{ kN/m}$$

5. CÁLCULO DE LAS CORREAS

5.1. CARGAS PERMANENTES

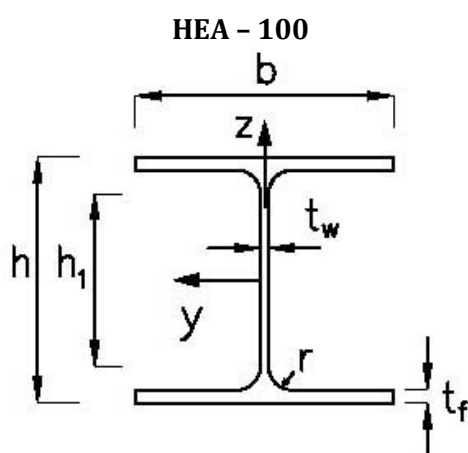
- Peso propio de la correa (IPE 100): $8,34 \text{ kp/m} = 0,0834 \text{ kN/m}$ (se toma $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- Peso propio de la cubierta (panel sándwich): $0,20 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecargas por instalaciones: 1 kN/m^2

5.2. COMPROBACIONES

5.2.1. CORREA 1

Es la correa correspondiente a la crujía entre los pórticos 1, 2 y 3.

Tomamos como correa el perfil HEA- 100



Dimensiones en mm

- $h = 96$
- $b = 100$
- $tw = 5$
- $tf = 8$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
21,2	16,7	349	72,8	146	26,8

Reacciones

axiMáx	0
corMáx	2,13
fleMáx	2,05
desMáx	0,00605
Tensión equivalente von Mises máxima	5.9030e+05

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 100

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axial

$N_{t,Rd} = 499,10 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,00 \rightarrow \text{Verifica}$

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,11 \rightarrow \text{Verifica}$

$M_{cz,Rd} = 9,67 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,21 \rightarrow \text{Verifica}$

- Esfuerzo axial y momento flector

$MN_{y,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 9,67 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $M_{yh1} = 2,05 \text{ kN.m}$ $M_{zh1} = 2,05 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,22 \rightarrow Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 2,05 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 2,05 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,22 \rightarrow Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 2,05 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 2,05 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,22 \rightarrow Verifica

Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

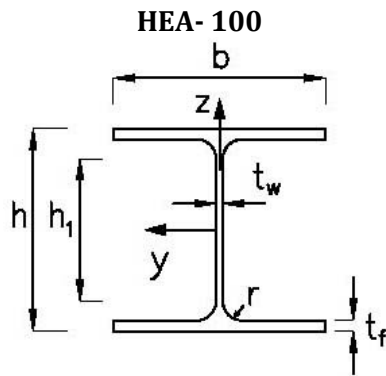
$M_{by,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 2,05 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,11 \rightarrow \text{Verifica}$

5.3.CORREA 2

Es la correa correspondiente a la crujía entre los pórticos 3 y 4

Tomamos como correa el perfil HEA- 100



Dimensiones en mm

- $h = 96$
- $b = 100$
- $t_w = 5$
- $t_f = 8$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
21,2	16,7	349	72,8	146	26,8

Reacciones

axiMáx	
corMáx	2,67
fleMáx	5,73
desMáx	0,0603
Tensión equivalente von Mises máxima	3.6499e+05

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 100

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axil

$$N_{t,Rd} = 499,10 \text{ kN} \quad N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,01 \rightarrow \text{Verifica}$$

- Momento flector

$$M_{cy,Rd} = 19,51 \text{ kN.m} \quad M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,29 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$M_{cz,Rd} = 9,67 \text{ kN.m} \quad M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,59 \rightarrow \text{Verifica}$$

- Esfuerzo axil y momento flector

$$M_{Ny,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$$

$$M_{Nz,Rd} = 9,67 \text{ kN.m}$$

$$\text{Sección 1 - inicio del tramo: } M_{yh1} = 5,73 \text{ kN.m} \quad M_{zh1} = 5,73 \text{ kN.m}$$

$$\text{Interacción} = 0,68 \rightarrow \text{Verifica}$$

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 5,73 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 5,73 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,68 -> Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 5,73 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 5,73 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,68 -> Verifica

Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

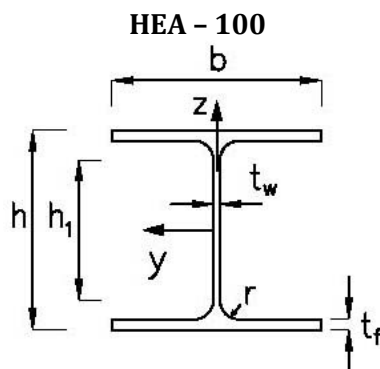
$M_{by,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 5,73 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,29$ -> Verifica

5.4.CORREA 3

Es la correa correspondiente a la crujía entre los pórticos 4 y 5

Tomamos como correa el perfil HEA- 100



Dimensiones en mm

- $h = 96$
- $b = 100$
- $t_w = 5$
- $t_f = 8$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
21,2	16,7	349	72,8	146	26,8

Reacciones

axiMáx	0
corMáx	1,61
fleMáx	2,1
desMáx	0,00805

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 100

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axial

$N_{t,Rd} = 499,10 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,00 \rightarrow \text{Verifica}$

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,11 \rightarrow \text{Verifica}$

$M_{cz,Rd} = 9,67 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,22 \rightarrow \text{Verifica}$

- Esfuerzo axial y momento flector

$MN_{y,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 9,67 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $M_{yh1} = 2,10 \text{ kN.m}$ $M_{zh1} = 2,10 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,23 \rightarrow Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 2,10 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 2,10 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,23 \rightarrow Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 2,10 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 2,10 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,23 \rightarrow Verifica

Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

$M_{by,Rd} = 19,51 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 2,10 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,11 \rightarrow \text{Verifica}$

6. ANÁLISIS DE PÓRTICOS

A continuación se va a realizar un análisis de las fuerzas y reacciones previsibles en los pórticos de la nave objeto de este proyecto.

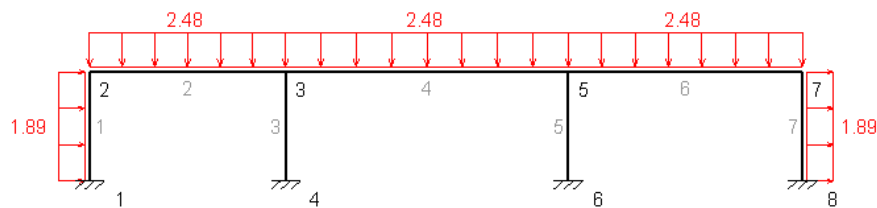
Por el motivo de optimización energética en relación a la climatización de la nave durante toda su vida útil; el diseño de la construcción está compuesto de dos alturas diferentes, una de 4 m para la zona de oficinas y producción baja; otra zona de 6 m de altura para las salas de producción que debido a la maquinaria y procesos que van a albergar requieren de mayor altura.

El análisis de los pórticos es el que sigue:

6.1.PÓRTICO 1

PÓRTICO 1 (estado 1)

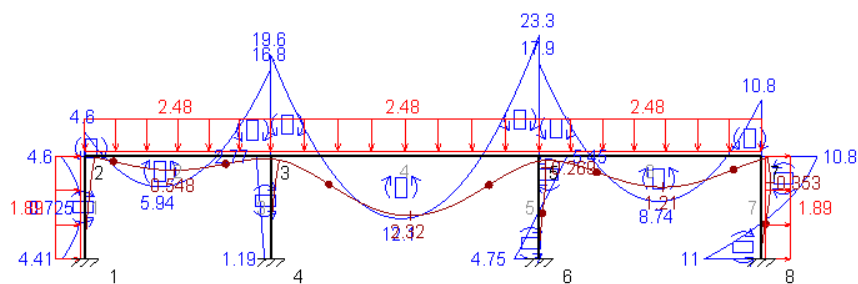
MEFI



Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la cruja1	4,30	m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	2,15	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	1,79	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	34,07	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	1,30	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,36	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	1,79	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,36	kN/m
Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-1,84	kN/m
Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	4,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	2,48	kN/m

PÓRTICO 1 (estado 1)
Momentos flectores (deformada x 1)

MEFI

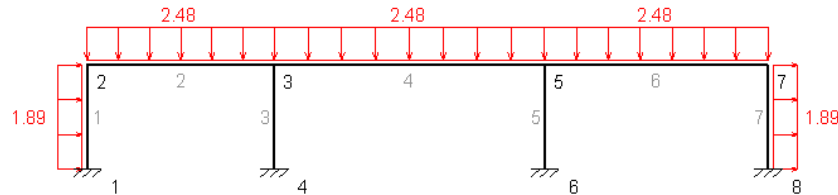


Para el cálculo de las cargas horizontales que actúan sobre el pórtico se tomará la más desfavorable, en este caso la producida en barlovento: 1,89 kN/m

6.2.PÓRTICO 2

PÓRTICO 2 (estado 1)

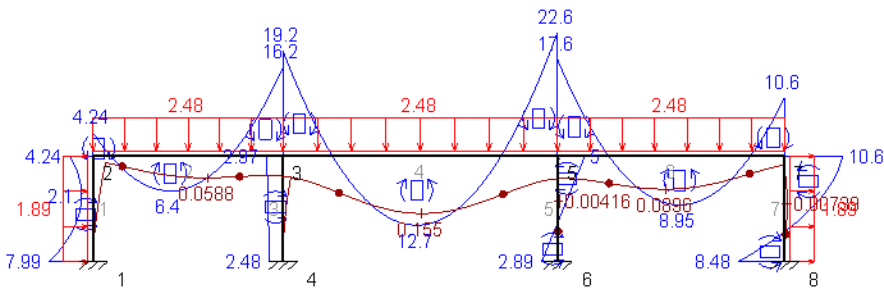
MEFI



PÓRTICO 2 (estado 1)

Momentos flectores (deformada $\times 14$)

MEFI

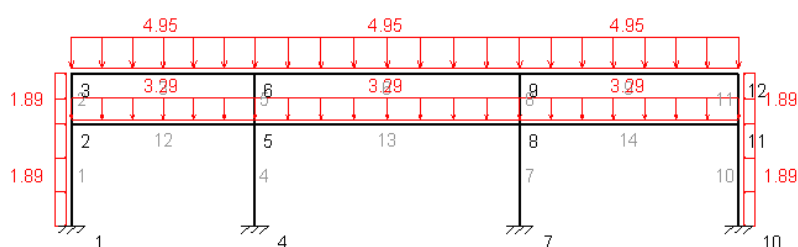


Para el cálculo de las cargas horizontales que actúan sobre el pórtico se tomará la más desfavorable, en este caso la producida en barlovento: 1,89 kN/m

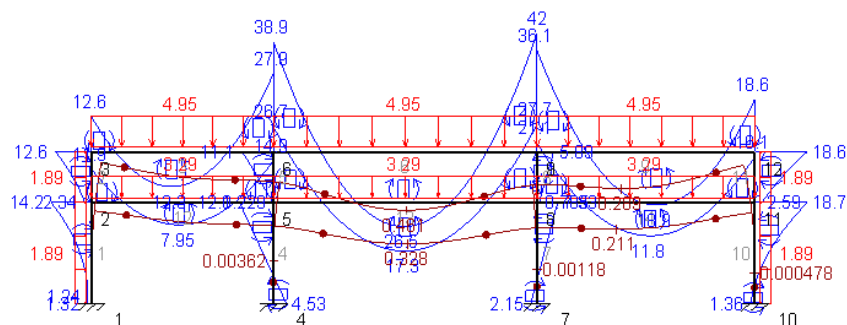
Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujía1	4,30	m
Longitud de la crujía2	5,70	m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	5,00	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	4,17	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	79,23	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	3,02	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,83	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	4,17	kN/m

6.3. PóRtico 3

MEFI



MEFI



35

Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujía1	8,60	m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	4,30	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	3,59	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	68,14	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	2,60	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,72	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	3,59	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,72	kN/m
Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-3,68	kN/m
Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	6,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	4,95	kN/m

6.3.1. Viga de soporte a 4 m que viene del pórtico 2

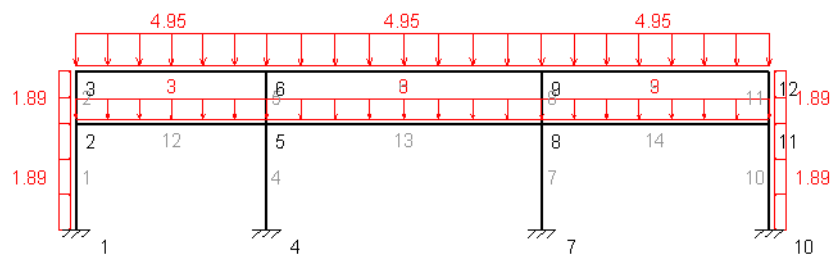
Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujía1	5,70	m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	2,85	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	2,38	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	45,16	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	1,72	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,48	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	2,38	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,48	kN/m
Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-2,44	kN/m

Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	4,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	3,29	kN/m

6.4.PÓRTICO 4

PÓRTICO 4 (estado 1)

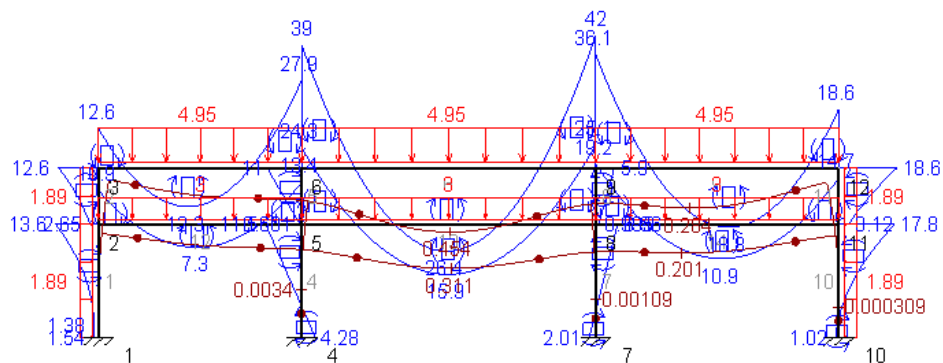
MEFI



PÓRTICO 4 (estado 1)

Momentos flectores (deformada $\times 5$)

MEFI



Para el cálculo de las cargas horizontales que actúan sobre el pórtico se tomará la más desfavorable, en este caso la producida en barlovento: 1,89 kN/m

Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujia1	8,60	m
Longitud de la crujia2		m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	4,30	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	3,59	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	68,14	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	2,60	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,72	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	3,59	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,72	kN/m
Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-3,68	kN/m
Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	6,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	4,95	kN/m

6.5.VIGA DE SOPORTE A 4 M QUE VA AL PÓRTICO 5

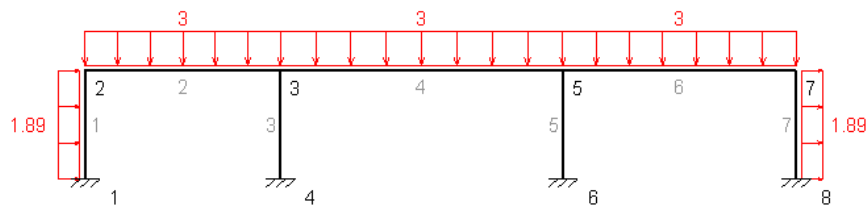
Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujia1	5,20	m
Longitud de la crujia2		m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	2,60	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	2,17	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	41,20	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	1,57	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,43	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	2,17	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,43	kN/m

Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m^2
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-2,23	kN/m
Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	4,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	3,00	kN/m

6.6.PÓRTICO 5

PÓRTICO 5 (estado 1)

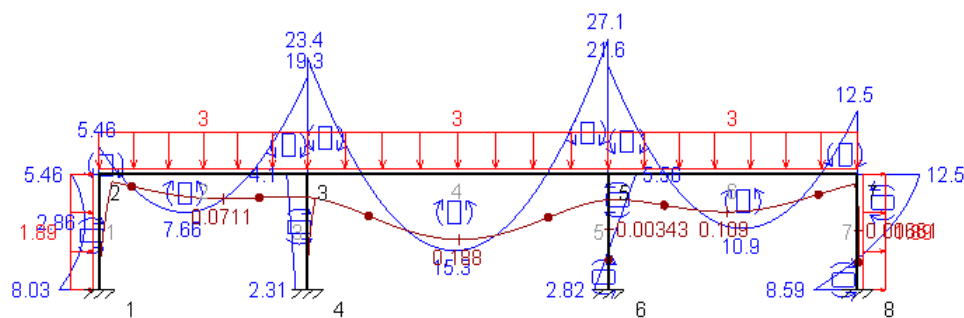
MEFI



PÓRTICO 5 (estado 1)

Momentos flectores (deformada $\times 12$)

MEFI



Para el cálculo de las cargas horizontales que actúan sobre el pórtico se tomará la más desfavorable, en este caso la producida en barlovento: 1,89 kN/m

Peso de la viga (IPE 200)	0,02	kN/m
Peso correa	0,83	kN/m
Número de correas	19,00	Unidades
Longitud de la crujia1	5,20	m
Longitud de la crujia2		m
Metros lineales de cubierta que afectan al pórtico	2,60	m
Carga de cada correa sobre el pórtico a ambos lados	2,17	kN/m ²
Carga de todas las correas sobre el pórtico	41,20	kN/m ²
Longitud del pórtico	26,20	m
Dist.cont. Carga de las correas sobre el pórtico	1,57	kN/m
Peso de la cubierta	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Peso.cubierta sobre pórtico	0,43	kN/m
Sobrecarga por instalaciones	1,00	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por instalaciones	2,17	kN/m
Sobrecarga por nieve	0,20	kN/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por nieve	0,43	kN/m
Sobrecarga por viento	-1,03	Kn/m ²
Dist.cont. Sobrecarga por viento	-2,23	kN/m
Carga producida por el viento barlovento (pilar1)	1,89	kN/m
Carga producida por el viento sotavento (pilar2)	0,82	kN/m
Altura de los pilares	4,00	m
Suma cargas verticales sobre el pórtico	3,00	kN/m

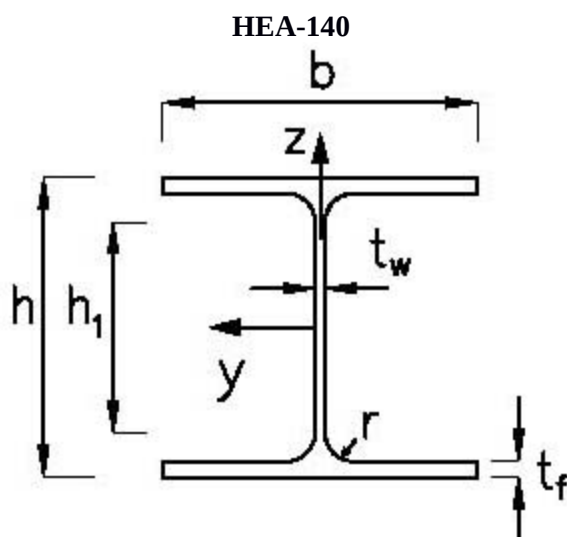
7. CÁLCULO PÓRTICOS

Tras el análisis de los pórticos se llega a la conclusión de que los cálculos se van a realizar sobre dos modelos de pórticos, cada modelo hará referencia a las dos alturas y configuraciones diferentes de pórticos que se dan en la nave y cada uno de ellos se calculará en base al más desfavorable de su clase.

7.1. PÓRTICO MODELO 1

Este modelo será instalada en los pórticos 1, 2 y 5; y se calculará en base al pórtico 2, el más desfavorable de todos. A continuación se van a diseñar la viga y los 4 pilares que componen este pórtico.

7.1.1. VIGA



Dimensiones en mm

- $h = 200$
- $b = 100$
- $t_w = 5,6$
- $t_f = 8,6$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
28,5	22,4	1940	194	142	28,5

Reacciones	Valores
axiMáx	2,96
corMáx	13,22
fleMáx	12,65
Tensión equivalente von Mises máxima	6.8936e+06

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 140

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axial

$N_{t,Rd} = 738,33 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,00 \rightarrow \text{Verifica}$

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,31 \rightarrow \text{Verifica}$

$M_{cz,Rd} = 19,94 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,63 \rightarrow \text{Verifica}$

- Esfuerzo axial y momento flector

$MN_{y,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 19,94 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $M_{yh1} = 12,65 \text{ kN.m}$ $M_{zh1} = 12,65 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,73 -> Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 12,65 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 12,65 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,73 -> Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 12,65 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 12,65 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,73 -> Verifica

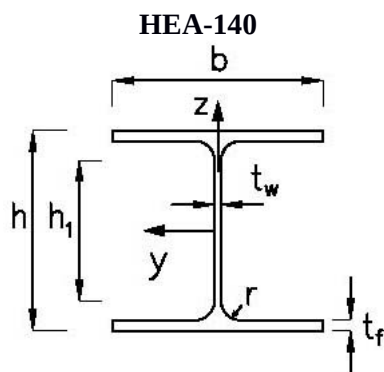
Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

$M_{by,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 12,65 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,31$ -> Verifica

7.1.2. PILARES



Dimensiones en mm

- $h = 300$
- $b = 300$
- $t_w = 11$
- $t_f = 19$
- $r = 27$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
149,1	117	25166	1680	8563	571

Reacciones	Valores
axiMáx	24,70
corMáx	9,55
fleMáx	8,48
Tensión equivalente von Mises máxima	6.8936e+06

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 140

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axial

$N_{c,Rd} = 738,33 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0,03 \rightarrow \text{Verifica}$

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,21 \rightarrow \text{Verifica}$

$M_{cz,Rd} = 19,94 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,43 \rightarrow \text{Verifica}$

- Esfuerzo axial y momento flector

$MN_{y,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 19,94 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $Myh1 = 8,48 \text{ kN.m}$ $Mzh1 = 8,48 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,47 \rightarrow Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $Myh2 = 8,48 \text{ kN.m}$ $Mzh2 = 8,48 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,47 \rightarrow Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $Mys = 8,48 \text{ kN.m}$ $Mzs = 8,48 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,47 \rightarrow Verifica

Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo

$N_{b,Rd} = 316,78 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{b,Rd} = 0,08 \rightarrow \text{Verifica}$

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

$M_{by,Rd} = 40,77 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 8,48 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,21 \rightarrow \text{Verifica}$

- Esfuerzo axial y momento flector

Coefficientes de interacción kij (Método 2)

Factores de momento equivalente uniforme

$C_{my} = 1,00$ $C_{mz} = 1,00$ $C_{mLT} = 1,00$

Coefficientes

$k_{yy} = 1,02$ $k_{yz} = 0,67$ $k_{zy} = 0,99$ $k_{zz} = 1,11$

Ecuaciones de interacción

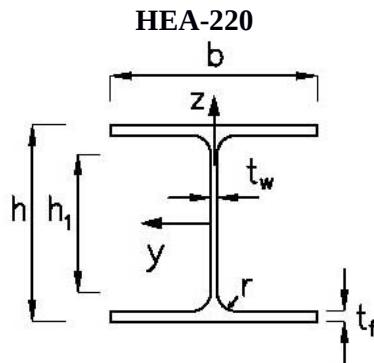
Ecuación 1 = 0,54 \rightarrow Verifica

Ecuación 2 = 0,76 \rightarrow Verifica

7.2. PÓRTICO MODELO 2

Este modelo será instalada en los pórticos 3 y 4; y se calculará en base al pórtico 4, el más desfavorable de los dos. A continuación se van a diseñar viga 1, viga 2 y los 4 pilares que son todos los elementos que componen este pórtico.

7.2.1. VIGA 1



Dimensiones en mm

- $h = 200$
- $b = 100$
- $t_w = 5,6$
- $t_f = 8,6$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
28,5	22,4	1940	194	142	28,5

Reacciones	Valores
axiMáx	12,07
corMáx	26,03
fleMáx	42,01

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 220

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axial

$$N_{t,Rd} = 1512,14 \text{ kN} \quad N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,01 \rightarrow \text{Verifica}$$

- Momento flector

$$M_{cy,Rd} = 133,60 \text{ kN.m} \quad M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,31 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$M_{cz,Rd} = 63,59 \text{ kN.m} \quad M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,66 \rightarrow \text{Verifica}$$

- Esfuerzo axial y momento flector

$$M_{Ny,Rd} = 133,60 \text{ kN.m}$$

$$M_{Nz,Rd} = 63,59 \text{ kN.m}$$

$$\text{Sección 1 - inicio del tramo:} \quad M_{yh1} = 42,01 \text{ kN.m} \quad M_{zh1} = 42,01 \text{ kN.m}$$

$$\text{Interacción} = 0,76 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$\text{Sección 2 - fin del tramo:} \quad M_{yh2} = 42,01 \text{ kN.m} \quad M_{zh2} = 42,01 \text{ kN.m}$$

$$\text{Interacción} = 0,76 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$\text{Sección 3 - centro del tramo:} \quad M_{ys} = 42,01 \text{ kN.m} \quad M_{zs} = 42,01 \text{ kN.m}$$

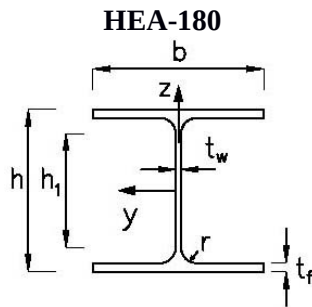
Interacción = 0,76 -> Verifica
Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

$M_{by,Rd} = 133,60 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 42,01 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,31$ -> Verifica

7.2.2. VIGA 2



Dimensiones en mm

- $h = 200$
- $b = 100$
- $t_w = 5,6$
- $t_f = 8,6$
- $r = 12$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
28,5	22,4	1940	194	142	28,5

Reacciones	Valores
axiMáx	3,7
corMáx	15,68
fleMáx	25,12

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 180

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axil

$N_{t,Rd} = 1063,49 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,00$ -> Verifica

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,33$ -> Verifica

$M_{cz,Rd} = 36,78 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,68$ -> Verifica

- Esfuerzo axil y momento flector

$MN_{y,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 36,78 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $M_{yh1} = 25,12 \text{ kN.m}$ $M_{zh1} = 25,12 \text{ kN.m}$

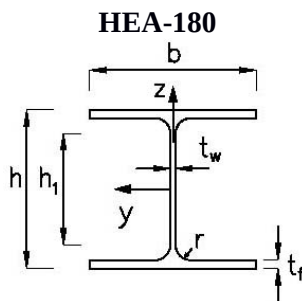
Interacción = 0,79 -> Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 25,12 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 25,12 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,79 -> Verifica
 Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 25,12 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 25,12 \text{ kN.m}$
 Interacción = 0,79 -> Verifica
Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral
 $M_{by,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$
 $M_{y,max} = 25,12 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,33$ -> Verifica

7.2.3. PILARES



Dimensiones en mm

- $h = 171$
- $b = 180$
- $t_w = 6$
- $t_f = 9,5$
- $r = 15$

A (cm ²)	Peso (kp/m)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)
45,3	35,5	2510	294	925	103

Reacciones	Valores
axiMáx	78,45
corMáx	5,84
fleMáx	13,56

Tras comprobación mediante el programa DimCELSA obtenemos:

Perfil HEA 180

Comprobación de la resistencia de la sección

- Esfuerzo axil

$N_{c,Rd} = 1063,49 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0,07$ -> Verifica

- Momento flector

$M_{cy,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{cy,Rd} = 0,18$ -> Verifica

$M_{cz,Rd} = 36,78 \text{ kN.m}$ $M_{z,max}/M_{cz,Rd} = 0,37$ -> Verifica

- Esfuerzo axil y momento flector

$MN_{y,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$

$MN_{z,Rd} = 36,78 \text{ kN.m}$

Sección 1 - inicio del tramo: $M_{yh1} = 13,56 \text{ kN.m}$ $M_{zh1} = 13,56 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,40 -> Verifica

Sección 2 - fin del tramo: $M_{yh2} = 13,56 \text{ kN.m}$ $M_{zh2} = 13,56 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,40 -> Verifica

Sección 3 - centro del tramo: $M_{ys} = 13,56 \text{ kN.m}$ $M_{zs} = 13,56 \text{ kN.m}$

Interacción = 0,40 -> Verifica

Comprobación de la estabilidad del elemento

- Resistencia de cálculo a pandeo

$N_{b,Rd} = 366,14 \text{ kN}$ $N_{Ed}/N_{b,Rd} = 0,21$ -> Verifica

- Resistencia de cálculo a pandeo lateral

$M_{by,Rd} = 76,35 \text{ kN.m}$

$M_{y,max} = 13,56 \text{ kN.m}$ $M_{y,max}/M_{by,Rd} = 0,18$ -> Verifica

- Esfuerzo axial y momento flector

Coefficientes de interacción kij (Método 2)

Factores de momento equivalente uniforme

$C_{my} = 1,00$ $C_{mz} = 1,00$ $C_{mLT} = 1,00$

Coefficientes

$k_{yy} = 1,07$ $k_{yz} = 0,78$ $k_{zy} = 0,97$ $k_{zz} = 1,30$

Ecuaciones de interacción

Ecuación 1 = 0,58 -> Verifica

Ecuación 2 = 0,87 -> Verifica

7.3.RESUMEN ESTRUCTURA

Elemento	Solución adoptada	Longitud (m)
Correas tipo 1	HEA - 100	10
Correas tipo 2	HEA - 100	8,6
Correas tipo 3	HEA - 100	5,2
Viga pórtico 1	HEA - 140	26,2
Pilares pórtico 1	HEA - 140	4
Viga pórtico 2	HEA - 140	26,2
Pilares pórtico 2	HEA - 140	4
Viga pórtico 3	HEA - 220	26,2
Viga 2 pórtico 3	HEA - 180	26,2
Pilares pórtico 3	HEA - 180	6
Viga pórtico 4	HEA - 220	26,2
Viga 2 pórtico 4	HEA - 180	26,2
Pilares pórtico 4	HEA - 180	6
Viga pórtico 5	HEA - 140	26,2
Pilares pórtico 5	HEA - 140	4

7.4.PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

Elemento	Solución adoptada	Peso (kg/m)	Longitud (m)	Número de elementos	Peso (kg)
Correas tipo 1	HEA – 100	16,7	10	19	3.173,00
Correas tipo 2	HEA – 100	16,7	8,6	19	2.728,78
Correas tipo 3	HEA – 100	16,7	5,2	19	1.649,96
Viga pórtico 1	HEA – 140	24,7	26,2	1	647,14
Pilares pórtico 1	HEA – 140	24,7	4	4	395,20
Viga pórtico 2	HEA – 140	24,7	26,2	1	647,14
Pilares pórtico 2	HEA – 140	24,7	4	4	395,20
Viga pórtico 3	HEA – 220	50,5	26,2	1	1.323,10
Viga 2 pórtico 3	HEA – 180	35,5	26,2	1	930,10
Pilares pórtico 3	HEA – 180	35,5	6	4	852,00
Viga pórtico 4	HEA – 220	50,5	26,2	1	1.323,10
Viga 2 pórtico 4	HEA – 180	35,5	26,2	1	930,10
Pilares pórtico 4	HEA – 180	35,5	6	4	852,00
Viga pórtico 5	HEA – 140	24,7	26,2	1	647,14
Pilares pórtico 5	HEA – 140	24,7	4	4	395,20
PESO TOTAL ESTRUCTURA (kg)					16.889,16

Al peso de la estructura se le suma el peso de los paneles:

$$26,2 \cdot 23,9 = 626,18 \text{ m}^2$$

$$25 \text{ kg/m}^2 \cdot 626,18 \text{ m}^2 = 15.654,5 \text{ kg}$$

Por lo tanto:

$$15.654,5 \text{ kg} + 16.889,16 \text{ kg} = 32.543,66 \text{ kg}$$

Si se reparte entre los pilares:

$$32.5433,66 \text{ kg} / 20 \text{ pilares} = 16.271,68 \text{ kg/pilar} \Rightarrow 16,27 \text{ Tm}$$

$$16.271,68 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 162.716,8 \text{ N} \Rightarrow 162,7 \text{ kN}$$

8. CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS

8.1.SOLICITACIONES

$$N_{ed} = 162,27 \text{ kN}$$

8.2.PREDIMENSIONADO

Este apartado trata de modelizar una base articulada, por lo que se colocarán las armaduras en la zona del alma del soporte.

8.3.PREDIMENSIONADO DE LA CHAPA

Superficie	200 x 200 mm
Espesor	10 mm

8.4.MATERIALES

Hormigón	HA-25
Chapa	S-275
Anchajes	B-400-S
Zapata	100x100x100 cm

8.5.COMPROBACIÓN DE LAS DIMENSIONES EN PLANTA DE LA PLACA

Se debe comprobar que la tensión resultante en la superficie de la placa de anclaje sea menor a la resistencia a compresión del hormigón: $\sigma_{\max} < f_{jd}$.

Siendo la resistencia a compresión del hormigón confinado:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 \cdot f_{cd},$$

donde

$$\beta_j = 2/3$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25/1,50 = 16,66 \text{ N/mm}^2$$

$$k_j = [(a_1 \cdot b_1) / (a \cdot b)]^{(1/2)} \leq 5, \text{ donde:}$$

$$a_1 \leq a + 2 \cdot a_r = 200 + 2 \cdot 400 = 1.000 \text{ mm}$$

$$a_1 \leq 5 \cdot a = 5 \cdot 200 = 1.000 \text{ mm}$$

$$a_1 \leq a + h = 200 + 1.000 = 1.200 \text{ mm}$$

$$a_1 \leq 5 \cdot b_1 = 5 \cdot 1.000 = 5.000 \text{ mm}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 \leq b + 2 \cdot b_r = 200 + 2 \cdot 400 = 1.000 \text{ mm}$$

$$b_1 \leq 5 \cdot b = 5 \cdot 200 = 1.000 \text{ mm}$$

$$b_1 \leq b + h = 200 + 1.000 = 1.200 \text{ mm}$$

$$b_1 \leq 5 \cdot b_1 = 5 \cdot 1.1000 = 5.000 \text{ mm}$$

$$b_1 \geq a$$

Los valores a_1 y b_1 serán los más pequeños. Por tanto:

$$a_1 = 1.000 \text{ mm} > a \text{ y } b_1 = 1.000 \text{ mm} > b$$

$$k_j = [(1.000 \cdot 1.000) / (200 \cdot 200)]^{(1/2)} = 5$$

Sustituyendo se obtiene la resistencia a compresión del hormigón:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} = 2/3 \cdot 5 \cdot 25 = 83,3 \leq 3,3 \cdot 25/1,5 = 55$$

$$f_{jd} = 55 \text{ n/mm}^2$$

A continuación determinaremos el área portante de la chapa. Para ello, necesitamos calcular la anchura suplementaria "C" que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

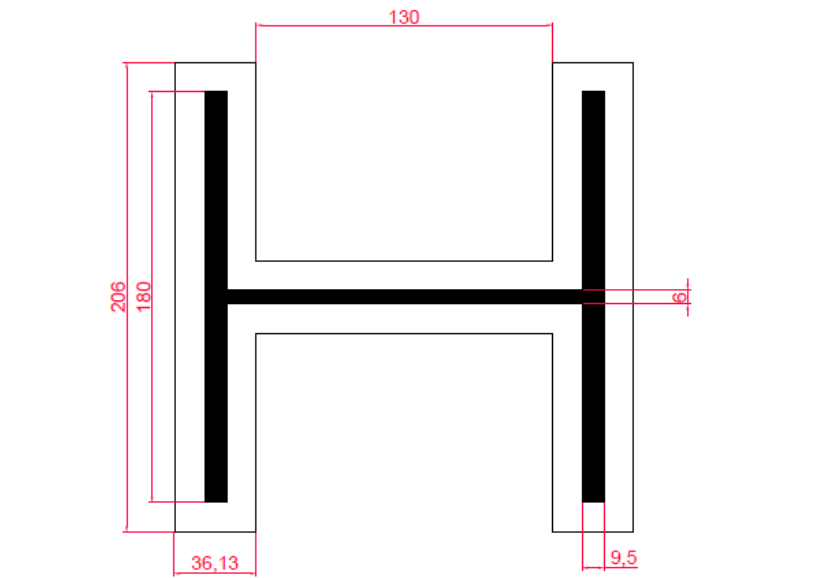
$$C \leq t \cdot [f_y d / (3 \cdot f_{t,d})]^{1/2} = t \cdot [f_y / (3 \cdot f_{t,d} \cdot (\gamma_{md}))]^{1/2}$$

$$C = 10 \cdot [275 / (3 \cdot 55 \cdot 1,05)]^{1/2} = 12,59 \text{ mm} \Rightarrow 13 \text{ mm}$$

El área portante para HEA – 180 será:

$$A = 2 \cdot (35,5 \cdot 206) + (32 \cdot 130) = 18.786 \text{ mm}^2$$

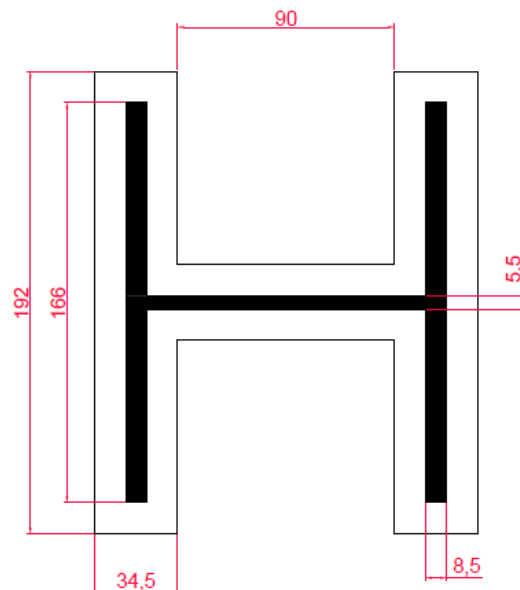
HEA 180



El área portante para HEA – 140 será:

$$A = 2 \cdot (34,5 \cdot 166) + (31,5 \cdot 90) = 14.289 \text{ mm}^2$$

HEA 140



Comprobación: $\sigma_{\max} \leq f_{jd}$

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{med}} = N_{\text{ed}} / A_p = 162,27 \cdot 10^3 \text{ N} / 18.786 \text{ mm}^2 = 8,63 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{jd} = 55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} \leq f_{jd} \Rightarrow 8,63 \leq 55$$

Admisible. Por tanto, es válida la superficie propuesta

8.6. COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DE LA CHAPA

Hay que comprobar que el espesor adoptado para la chapa es suficiente. Para ello se debe cumplir la desigualdad:

$$M_{pl,Rd} > M_{\text{ed}}$$

$$q = \sigma \cdot b = 8,63 \text{ N/mm}^2 \cdot 1 \text{ mm} = 8,63 \text{ N/mm}$$

$$L = C = 13 \text{ mm}$$

$$M_{\text{ed}} = (q \cdot L^2) / 2 = (8,63 \text{ N/mm} \cdot 13^2 \text{ mm}) / 2 = 729,23 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_{pl,Rd} = (T^2 \cdot f_y) / (4 \cdot \gamma_{md}) = (10^2 \cdot 275) / (4 \cdot 1,05) = 6.547 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Por lo tanto se cumple:

$$M_{pl,Rd} = 6.547 \text{ N}\cdot\text{mm} > M_{\text{ed}} = 729,23 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Admisible, el espesor elegido es suficiente.

8.7.DIMENSIONADO DE LOS ANCLAJES

Se debe resolver el encuentro para que sea una articulación. Al estar la base sometida a compresión simple, se debe colocar armadura mínima aunque ésta no trabaje.

Utilizaremos: 2 Ø 12 $\Rightarrow A_s = 2 \cdot ((12^2 \cdot \pi) / 4) = 226,2 \text{ mm}^2$

La condición a cumplir es:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_{ed}$$

Siendo:

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 400/1,15 = 347,8 \text{ N/mm}^2 \text{ (Acero B-400-S)}$$

Por tanto:

$$A_s = 226,3 \geq [(0,1 \cdot 382,5 \cdot 10^3)/347,8] = 110 \text{ mm}^2$$

Además, la sección de armadura debe ser mayor o igual que el 4 /1000 de la superficie de la placa:

$$0,004 \cdot 200 \cdot 200 = 160 \text{ mm}^2 < A_s = 226,2 \text{ mm}^2$$

Es suficiente con 2 Ø 12

La longitud básica de anclaje

$$l_b = m \cdot \phi^2 \geq f_{yk}/20 \cdot \phi$$

Siendo:

$$m = 12 \text{ (para } f_{dc} = 25 \text{ N/mm}^2 \text{ y acero B-400-S)}$$

$$l_b = 12 \cdot 1,2^2 = 17,28 \text{ cm} \geq (400/20) \cdot 1,2 = 24 \text{ cm}$$

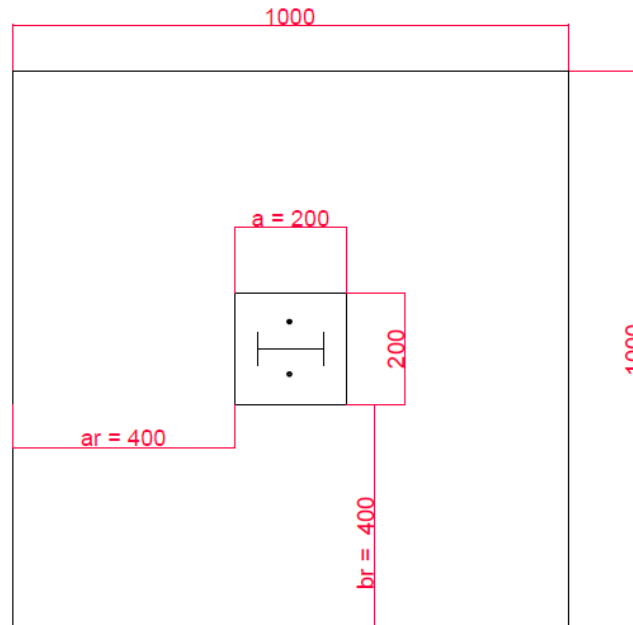
$$l_b = 24 \text{ cm}$$

Siendo la longitud mínima $l_{b,min} \geq 10 \phi = 120 \text{ mm}$

$$150 \text{ mm}$$

$$2/3 l_b = (2/3) \cdot 240 = 160 \text{ mm}$$

Como $l_b = 240 \text{ mm}$, se adopta una longitud de anclaje de 300 mm.



9. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Las cimentaciones constituyen un elemento estructural, que transmite los esfuerzos de la estructura propiamente dicha, al terreno, en una forma tal que sean admisibles por el terreno.

La cimentación a emplear en este caso serán zapatas aisladas centradas, las cuales, soportan un solo pilar, que se encuentra centrado sobre la zapata.

$$N_{ed} = 78,45 \text{ kN} \Rightarrow 7,845 \text{ t}$$

$$M = 13,56 \text{ kN}\cdot\text{m} \Rightarrow 1,356 \text{ t}\cdot\text{m}$$

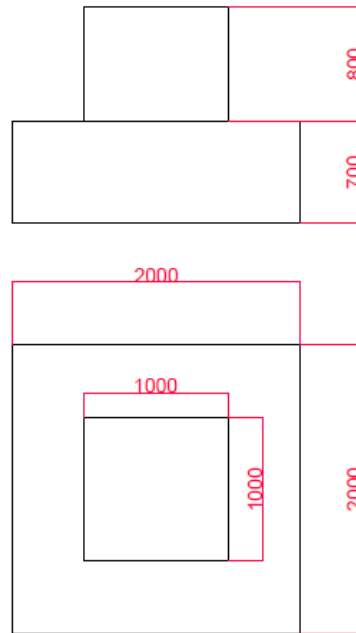
$$\gamma_{\text{Hormigón}} = 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{Suelo}} = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Tensión admisible} = \sigma_{adm} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

9.1. PREDIMENSIONADO

Se predimensiona una zapata de dimensiones como aparecen en la figura siguiente:



9.2. PESO DE LA ZAPATA

$$P_{\text{hormigón}} = [(2 \cdot 2 \cdot 0,7) \text{ m}^3 + (1 \cdot 1 \cdot 0,8)] \cdot 2,4 \text{ t/m}^3 = 8,64 \text{ t} \Rightarrow 8.640 \text{ kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = [((2 \cdot 2) - (1 \cdot 1)) \cdot 0,8] \cdot 1,8 = 4,32 \text{ t} \Rightarrow 4.320 \text{ kg}$$

$$P_{\text{zapata}} = 8,64 + 4,32 = 12,96 \text{ t}$$

9.3. Comprobaciones

Comprobación al vuelco

$$CSV = (\text{M. estabilizantes}) / (\text{M. desestabilizantes}) = ((N+P) \cdot (a/2)) / (M + (V \cdot 1,5))$$

$$CSV = ((7,845 + 12,96) \cdot (2/2)) / (1,356 + (0,584 \cdot 1,5)) = 17,51$$

$$CSV > 2 \Rightarrow \text{Cumple}$$

9.4.DESLIZAMIENTO

Coeficiente de seguridad al deslizamiento = CSD = Ffricción / Fdeslizamiento

$$Fr = N \cdot \operatorname{tg} \emptyset_{h-s}$$

Siendo:

$\operatorname{tg} \emptyset_{h-s}$: μ (coeficiente de rozamiento hormigón-suelo)

\emptyset_{h-s} : ángulo de rozamiento del suelo

$$CSD = ((7,845 + 12,96) \cdot \operatorname{tg}(20)) / 0,584 = 12,96$$

$$CSD \geq 1,5 \Rightarrow \text{Cumple}$$

Se cumplen CSV y CSD, por lo tanto el diseño propuesto es satisfactorio.

ANEJO II – INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN Y ELÉCTRICA

ANEJO DE INSTANACIÓN ELÉCTRICA

1. OBJETO

Es objeto de este anejo describir los cálculos referentes a las líneas de distribución de Baja Tensión definiendo el tipo y sección del conductor y el sistema de transporte, el alumbrado tomas de fuerza, elementos de protección y maniobra y tomas de tierra de la instalación, maquinaria y elementos metálicos de la obra.

2. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se determinan las necesidades de fuerza de la maquinaria, aparatos eléctricos, necesidades de alumbrado exterior y alumbrado interior. Para la definición y cálculo de los elementos que componen la instalación eléctrica del proyecto se realizará atendiendo a las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, 2 de Agosto de 2002.

Según el reglamento se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1. ALUMBRADO INTERIOR DEL EDIFICIO

3.1.1. INTRODUCCIÓN

Se va a calcular el número de luminarias necesarias para determinar la potencia de alumbrado necesaria. Conocida esa potencia se diseñan los circuitos eléctricos y se elige una sección del conductor.

3.1.2. DETERMINACIÓN DE LA LUMINARIA A UTILIZAR

- Proyector Led de exterior MICROLED, 20W, blanco cálido
- Master Led 20 W
- Mater Led 60 W

3.1.3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS Y DISTRIBUCIÓN

Las necesidades de iluminación en cada sector vienen recomendadas por unos valores mínimos

Para el cálculo del flujo luminoso a instalar, Φ , se emplea la ecuación:

$$\Phi = (E \cdot S) / K$$

Siendo:

Φ : Flujo total necesario en lúmenes

E: Nivel luminoso en lux

S: Superficie del local

K: Factor de utilización de otros dos factores: CU y CC

El factor de transmisión, se obtiene de la expresión:

$$K = Cu \cdot CC$$

Siendo:

CU = Rendimiento de iluminación.

Depende del índice del local (IL) y del factor de reflexión (ρ)

CC = Coeficiente de conservación o mantenimiento. Depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza del local

El valor de CU, has sido calculado mediante el índice del local (k): para ello, se parte calculando la altura a la que se colocan las luminarias.

En locales con iluminación directa, semidirecta o difusa:

$$h = 4/5 \cdot (h' - 0,85)$$

Siendo:

h= altura a la que se sitúan las luminarias

h' = altura de la nave

Altura óptima en salas a una altura de 6 m

$$h1 = 4/5 \cdot (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

Altura óptima en salas a una altura de 4 m

$$h2 = 4/5 \cdot (4 - 0,85) = 2,52 \text{ m}$$

Para el cálculo del coeficiente de iluminación (CU) se emplea el denominado índice del local (IL)

$$IL = (a \cdot b) / (h \cdot (a + b))$$

Siendo:

a: Longitud del local

b: Anchura del local

h: Altura de la lámpara

Tabla de cálculo del índice del local (IL)

Zona	Longitud = a	Anchura = b	a + b	Superficie (S) (m ²)	Altura óptima (h) (m)	IL = (a · b) / (h · (a + b))
Aseo 1	2,9	2,00	4,90	5,8	2,52	0,47
Aseo 2	2,9	2,00	4,90	5,8	2,52	0,47
Vestuario 1	2,9	4,30	7,20	12,47	2,52	0,69
Vestuario 2	2,9	4,30	7,20	12,47	2,52	0,69
Sala de reuniones	4,10	4,00	8,10	16,4	2,52	0,80
Comedor	4,10	4,00	8,10	16,4	2,52	0,80
Almacén	3,00	7,00	10,00	21	2,52	0,83
Recepción		56,60	56,6	73,3	2,52	0,51
Laboratorio	3,7	4,00	7,7	14,8	2,52	0,76
Oficina	3,7	4,00	7,7	14,8	2,52	0,76
Pasillo vestuarios	8,40	1,6	10,00		2,52	0,52
Sala Brasserie	10,80	7,00	17,8	75,6	4,12	1,03
Sala Fermentación	8,30	8,00	16,3	66,4	4,12	0,99
Sala Guarda	8,30	8,20	16,5	68,06	4,12	1,00
Sala de Máquinas	5,00	7,00	12,00	35	2,52	1,16
Sala de lavado	5,00	8,00	13,00	40	2,52	1,22
Sala filtrado y envasado	5,00	8,20	13,20	41	2,52	1,23

Tras el cálculo del índice del local (IL), se obtiene el coeficiente de reflexión del techo, paredes y suelo, el cual está tabulado para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Coeficientes de reflexión

		Color	Factor de reflexión (ρ)
Salas de producción	Techo	Claro	0,5
	Paredes	Medio	0,3
	Suelo	Oscuro	0,1
Resto de salas	Techo	Claro	0,5
	Paredes	Claro	0,5
	Suelo	Claro	0,3

Determinar el factor de utilización (η , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En el caso de que no se pueda obtener los factores por lectura directa se interpolará.

Tabla de determinación del factor de utilización

Zona	Índice del local	Factor de reflexión (ρ)		Factor de utilización (η , CU)
Aseos	0,47	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,38
Vestuarios	0,69	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,416
S. reuniones	0,80	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,46
Comedor	0,80	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,46
Almacén	0,83	Techo	0,5	0,352
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Recepción	0,51	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,42
Laboratorio	0,76	Techo	0,5	0,404
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Oficina	0,76	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,404
Pasillo	0,52	Techo, Paredes, Suelo	0,5	0,428
Sala Brasserie	1,03	Techo	0,5	0,51
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Sala Fermentación	0,99	Techo	0,5	0,47
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Sala Guarda	1,00	Techo	0,5	0,47
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Sala de Máquinas	1,16	Techo	0,5	0,495
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Sala de lavado	1,22	Techo	0,5	0,505
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	
Sala filtrado y envasado	1,23	Techo	0,5	0,506
		Paredes	0,3	
		Suelo	0,1	

El coeficiente de conservación o mantenimiento (CC) de la instalación. Considerando una limpieza periódica anual, se tomará, para ambiente limpio, un valor de 0,8.

Zona	Intensidad (E) (lux)	Superficie (S) (m²)	Altura óptima (h) (m)	CU	CC	Φ (lúmenes) = (E·S)/(CU·CC)
Aseos 1	150	5,8	2,52	0,38	0,8	2.861,84
Aseos 2	150	5,8	2,52	0,38	0,8	2.861,84
Vestuario femenino	250	12,47	2,52	0,416	0,8	9.367,49
Vestuario masculino	250	12,47	2,52	0,416	0,8	9.367,49
Sala de reuniones	250	16,4	2,52	0,46	0,8	11.141,30
Comedor	250	16,4	2,52	0,46	0,8	11.141,30
Almacén	200	21	2,52	0,352	0,8	14.941,77
Recepción	150	73,3	2,52	0,42	0,8	32.723,21
Laboratorio	300	14,8	2,52	0,404	0,8	13.737,62
Oficina	500	14,8	2,52	0,404	0,8	22.896,04
Pasillo vestuarios	70		2,52	0,428	0,8	2.698,60
Sala Brasserie	350	75,6	4,12	0,51	0,8	64.852,94
Sala Fermentación	350	66,4	4,12	0,47	0,8	61.808,51
Sala Guarda	200	68,06	4,12	0,47	0,8	36.202,13
Sala de Máquinas	100	35	2,52	0,495	0,8	8.838,38
Sala de lavado	350	40	2,52	0,505	0,8	34.653,47
Sala filtrado y envasado	350	41	2,52	0,506	0,8	35.449,60

Se calcula el número de luminarias necesarias por dependencia, dividiendo el flujo luminoso total entre el valor del flujo luminoso nominal de cada luminaria. El valor obtenido se redondea por exceso.

Por lo tanto para hallar el número de luminarias necesarias en cada departamento, solo tendremos que dividir el flujo total a instalar, entre el flujo que aporta cada luminaria.

Zona	Φ (lúmenes) = (E·S)/(CU·CC)	Flujo promedio que aporta cada luminaria	Número de luminarias	Tipo de lámpara	Potencia (W)
Aseos 1	2.861,84	950	4	Led	20
Aseos 2	2.861,84	950	4	Led	20
Vestuario femenino	9.367,49	3.000	4	Led	60
Vestuario masculino	9.367,49	3.000	4	Led	60
Sala de reuniones	11.141,30	3.000	4	Led	60
Comedor	11.141,30	3.000	4	Led	60
Almacén	14.941,77	3.000	5	Led	60
Recepción	32.723,21	3.000	11	Led	60
Laboratorio	13.737,62	3.000	5	Led	60
Oficina	22.896,04	3.000	8		60
Pasillo	2.698,60	950	3		20
vestuarios					
Sala Brasserie	64.852,94	3.000	22	Led	60
Sala Fermentación	61.808,51	3.000	22	Led	60
Sala Guarda	36.202,13	3.000	12	Led	60
Sala de Máquinas	8.838,38	950	10	Led	20
Sala de lavado	34.653,47	3.000	12	Led	60
Sala filtrado y envasado	35.449,60	3.000	12	Led	60

3.2.ALUMBRADO EXTERIOR

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, 2 de Agosto de 2002; se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

La iluminación exterior estará formada por “Foco Proyector Orientable LED”, de 20 W de potencia y 15-20 metros de alcance de luz luminosa y brillante.

Por lo tanto se instalarán 18 focos uno cada 10 metros a través del perímetro de la parcela exterior.

$$43,9 \text{ m} \cdot 46 \text{ m} = 2.019,4 \text{ m}^2$$

$$26,2 \text{ m} \cdot 23,9 \text{ m} = 626,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie exterior sin el edificio} = 2.019,4 - 626,18 = 1.393,22 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro exterior} = 43,9 \cdot 2 + 46 \cdot 2 = 180,2 \text{ m}$$

Y de igual manera en el perímetro del edificio, un foco en cada esquina. De tal manera, que al final serán

18 focos en el perímetro exterior + 4 focos en el perímetro del edificio = 22 focos

3.3.ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Según el R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- Estén situados en planta bajo rasante
- Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto
- En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

El establecimiento objeto del presente proyecto está diseñado para una ocupación de 3 personas, por lo tanto no se hace necesario la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia, pero se tendrá en cuenta y se dejará preparado para una fácil instalación del mismo el día que la industria crezca y se haga necesaria una ocupación de 10 o más personas.

3.4.NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALUMBRADO

Las necesidades de energía eléctrica de alumbrado exterior e interior en cada una de las dependencias así como la suma total de las necesidades, se recogen en la siguiente tabla:

Zona	Número de luminarias	Potencia (W)	Potencia total (W)
Aseos 1	4	20	80
Aseos 2	4	20	80
Vestuario femenino	4	60	240
Vestuario masculino	4	60	240
Sala de reuniones	4	60	240
Comedor	4	60	240
Almacén	5	60	300
Recepción	11	60	660
Laboratorio	5	60	300
Oficina	8	60	480
Pasillo vestuarios	3	20	60
Sala Brasserie	22	60	1.320
Sala Fermentación	22	60	1.320
Sala Guarda	12	60	720
Sala de Máquinas	10	20	200
Sala de lavado	12	60	720
Sala filtrado y envasado	12	60	720
Alumbrado exterior	22	20	440
TOTAL			8.360

3.5.NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA

Las necesidades de energía eléctrica de la instalación de fuerza vienen especificadas en las siguientes tablas.

SALA DE MOLIENDA Y COCCIÓN

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Molinos	2	55,00	110
Bomba filtro	1	0,37	0,37
Bomba trasiego	1	1,50	1,50
Bomba neumática	2	1,00	2
Toma trifásica (III+T)	1	7,60	7,60
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,6
Total			127,06

SALA DE FERMENTACIÓN

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Bomba de trasiego	1	1,50	1,50
Toma trifásica (III+T)	1	7,60	7,6
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,6
Total			14,7

SALA DE GUARDA

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Bomba de trasiego	2	1,50	3,00
Toma trifásica (III+T)	1	7,60	7,60
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			16,2

SALA DE MAQUINAS

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Instalación frigorífica			78,7
• Compresor	1	69,20	
• Ventiladores	1	8,00	
condensador	1	1,5	
• Bomba frigoportador			
Toma trifásica (III+T)	1	7,6	7,6
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,6
Total			91,9

SALA LAVADORA

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Lavadora botellas	1	7,6	7,6
Toma trifásica (III+T)	1	7,6	7,6
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,6
Total			20,8

SALA EMBOTELLADO

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Bomba filtro y embotelladora	1	1,5	1,50
Toma trifásica (III+T)	1	7,60	7,60
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			14,7

OFICINA

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,6
Total			5,6

LABORATORIO

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,6
Total			5,6

COMEDOR

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,6
Total			5,6

SALA DE REUNIONES

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T) de 16 A	2	2,8	5,6
Total			5,6

ALMACÉN

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			5,60

VESTUARIO 1

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			5,60

VESTUARIO 2

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			5,60

BAÑO 1

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,80	5,60
Total			5,60

BAÑO 2

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	2	2,8	5,60
Total			5,60

RECEPCIÓN

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Toma monofásica (II+T)	5	2,8	5,60
Total			5,60

3.6.NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA TOTALES

Resumen de energía eléctrica necesario

Instalación de alumbrado (kW)	8,36
Instalación de fuerza (kW)	341,37
Total	381,72

Dado que no toda la energía será demandada al mismo tiempo, si no que se considera un coeficiente de simultaneidad del 0,7 en la toma de fuerza y 0,9 en el resto de la instalación.

La potencia necesaria para la industria será:

- Energía eléctrica de las tomas de fuerza (enchufes) = $217,6 \cdot 0,7 = 152,32$ kW
- Resto de la energía eléctrica= $164,2 \cdot 0,9 = 147,70$ kW
- La potencia necesaria para la industria será: 300,02 kW

Concluimos que será necesario un transformador de 300 kVA es suficiente para abastecer de energía eléctrica la industria.

4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ILUMINACIÓN

Para el cálculo de la instalación se ha utilizado como refuerzo el programa informático "CYPELEC".

Así la potencia total consumida por cada línea según el número de luminarias y la potencia unitaria de las mismas que se instalarán en cada departamento viene recogida en los siguientes cuadros:

Salas	Número de luminarias	Potencia (W)	Potencia total (W)
Línea 1			
Aseos 1	4	20	80
Aseos 2	4	20	80
Vestuario 1	4	60	240
Vestuario 2	4	60	240
Almacén	5	60	300
Pasillo vestuarios	3	20	60
Total			1.000
Línea 2			
Sala de reuniones	4	60	240
Comedor	4	60	240
Recepción	11	60	660
Laboratorio	5	60	300
Oficina	8	60	480
Total			1.920
Línea 3			
Sala Brasserie	22	60	1.320
Sala Fermentación	22	60	1.320
Total			2.640
Línea 4			
Sala Guarda	12	60	720
Sala embotellado	12	60	720
Total			1.440
Línea 5			
Sala de Máquinas	10	20	200
Sala de lavado	12	60	720
Total			920
Línea 6			
Alumbrado exterior	22	20	440
Total			440
TOTAL 8.360 W			

4.1.LEGISLACIÓN APLICABLE

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- UNE-EN 60947-3: Aparatos de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-EN 60898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

4.2.DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

4.3.POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
Derivación	7.92
Potencia total demandada	7.92

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios	0.060	125	7.92	7.92
	varios	0.020	21		
Otros usos	-	-	-	-	-

4.4.CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

4.4.1. ORIGEN DE LA INSTALACIÓN

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

4.4.2. LÍNEA GENERAL

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Derivación individual	T	7.92	1.00	20.0	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

4.4.3. CANALIZACIONES

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Derivación individual	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 75 mm

4.4.4. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Entrada a cuadro	T	7.92	1.00	Puente	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Línea 1	M	1.00	1.00	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Aseos1	M	0.08	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Aseos2	M	0.08	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Vestuario1	M	0.24	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Vestuario2	M	0.24	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Almacén	M	0.30	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Pasillo vestuarios	M	0.06	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Línea 2	M	1.92	1.00	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala reuniones	M	0.24	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Comedor	M	0.24	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Recepción	M	0.66	1.00	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ²

					P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Laboratorio	M	0.30	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Oficina	M	0.48	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Línea 3	M	2.64	1.00	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala brasserie	M	1.32	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala fermentación	M	1.32	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Línea 4	M	1.44	1.00	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala guarda	M	0.72	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala embotellado	M	0.72	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Línea 5	M	0.92	1.00	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala de máquinas	M	0.20	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Sala lavado	M	0.72	1.00	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

4.4.5. CANALIZACIONES

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Entrada a cuadro	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Línea 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Aseos1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Aseos2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Vestuario1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Vestuario2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Almacén	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Pasillo vestuarios	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Línea 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Sala reuniones	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Comedor	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Recepción	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Laboratorio	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Oficina	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Línea 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Sala brasserie	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Sala fermentación	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Línea 4	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Sala guarda	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Sala embotellado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Línea 5	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Sala de máquinas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Sala lavado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm

4.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	$l = 20 \text{ m}$	$50 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

El conductor enterrado horizontal puede ser:

- cable de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección,
- pletina de cobre de 35 mm^2 de sección y 2 mm de espesor,
- pletina de acero dulce galvanizado de 100 mm^2 de sección y 3 mm de espesor,
- cable de acero galvanizado de 95 mm^2 de sección,
- alambre de acero de 20 mm^2 de sección, cubierto con una capa de cobre de 6 mm^2 como mínimo.

4.6. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA

Para el cálculo de la instalación se ha utilizado como refuerzo el programa informático "CYPELEC".

Así la potencia total consumida por cada línea en cada departamento viene recogida en el siguiente cuadro:

Elemento	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
Sala molienda y cocción			
Molinos	2	55,00	110
Bomba filtro	1	0,37	0,37
Bomba trasiego	1	1,50	1,50
Bomba neumática	2	1,00	2
Sala de fermentación			
Bomba de trasiego	1	1,50	1,50
Sala de guarda			
Bomba de trasiego	2	1,50	3,00
Sala de máquinas			
Instalación frigorífica			78,7
• Compresor	1	69,20	
• Ventiladores condensador	1	8,00	
• Bomba agua glicolada	1	1,5	
Sala lavadora			
Lavadora botellas	1	7,6	7,6
Sala embotellado			
Bomba filtro y embotelladora	1	1,5	1,50
Tomas de corriente			
Toma trifásica (III+T)	6	7,6	45,6
Toma monofásica (II+T)	48	2,8	134,4

5.1.DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

5.2.POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

– La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
Derivación	367.87
Potencia total demandada	367.87

– Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	C-1	69.200	1	205.17	187.87
	C-1	55.000	2		
	C-1	8.000	1		
	C-1	7.600	1		
	C-1	3.000	1		
	varios	1.500	4		
	C-1	1.000	1		
	C-1	0.370	1		
Alumbrado descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	-	-	-	-	-
Otros usos	C-1	134.400	1	180.00	180.00
	C-1	45.600	1		

5.3.CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

5.3.1. ORIGEN DE LA INSTALACIÓN

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

5.3.2. LÍNEA GENERAL

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Derivación individual	T	367.87	0.88	20.0	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

5.3.3. CANALIZACIONES

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Derivación individual	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 75 mm

5.3.4. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Entrada a cuadro	T	367.87	0.88	Puente	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Fuerza brasserie	T	112.87	0.80	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Molinos	T	110.00	0.80	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba filtro	T	0.37	0.80	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba trasiego	T	1.50	0.80	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba neumática	T	1.00	0.80	20.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba sala fermentación	T	1.50	0.80	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba sala guarda	T	3.00	0.80	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Fuerza máquinas	T	61.40	0.80	Puente	EN60898 6kA Curva C

					In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Compresor	T	51.90	0.80	20.0	- RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Ventilador condensador	T	8.00	0.80	20.0	- RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba agua glicolada	T	1.50	0.80	20.0	- RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Fuerza lavadora	T	7.60	0.80	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bomba sala embotellado	T	1.50	0.80	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Fuerza enchufes	T	180.00	0.95	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Toma trifásica	T	45.60	0.95	20.0	- RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Toma monofásica	T	134.40	0.95	20.0	- RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

5.3.5. CANALIZACIONES

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Entrada a cuadro	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Fuerza brasserie	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Molinos	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba filtro	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba trasiego	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba neumática	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba sala fermentación	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba sala guarda	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Fuerza máquinas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Compresor	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Ventilador condensador	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba agua glicolada	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Fuerza lavadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Bomba sala embotellado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Fuerza enchufes	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Toma trifásica	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm
Toma monofásica	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 12 mm

5.3.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	l = 20 m	50 Ohm·m

El conductor enterrado horizontal puede ser:

- cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección,
- pletina de cobre de 35 mm² de sección y 2 mm de espesor,
- pletina de acero dulce galvanizado de 100 mm² de sección y 3 mm de espesor,
- cable de acero galvanizado de 95 mm² de sección,
- alambre de acero de 20 mm² de sección, cubierto con una capa de cobre de 6 mm² como mínimo.

5.3.7. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

6. MEDICIONES

MEDICIONES INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

MEDICIÓN DE LÍNEAS

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	1130.0

MEDICIÓN DE CANALIZACIONES

	Material	Longitud (m)
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 75 mm	20
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	3
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 32 mm	20
7.	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 25 mm	320

MEDICIÓN DE PROTECCIONES

	Fusibles	Cantidad
	IEC60269 gL/gG	3
8.	In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	
	Magnetotérmicos	Cantidad
	EN60898 6kA Curva C	2
	In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	
	EN60898 6kA Curva C	2
	In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	
	EN60898 6kA Curva C	1
9.	In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	
	Diferenciales	Cantidad
	IEC60947-2 Instantáneos	5
10.	In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	
	Aparatos de medida	Cantidad
	Contadores	1
	Contador de activa	

MEDIDAS DE INSTALACIÓN DE FUERZA

MEDICIÓN DE LÍNEAS

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	1410.0

MEDICIÓN DE CANALIZACIONES

Material	Longitud (m)
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 75 mm	20
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	262

MEDICIÓN DE PROTECCIONES

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3
Magnetotérmicos	Cantidad
EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	7
Diferenciales	Cantidad
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	7
Aparatos de medida	Cantidad
Contadores Contador de activa	1

ANEJO III – ESTUDIO GEOTÉCNICO

ESTUDIO GETÉCNICO

ESTUDIO GEOTÉCNICO.

El promotor de la obra, encargó que realizara un estudio geotécnico, siguiendo la actual normativa de aplicación a los estudios geotécnicos de edificación, el Documento Básico Seguridad Estructural – Cimientos (DB SE-C), que ha consistido en tres calicatas excavadas sobre una superficie de 2 x 1 m y una profundidad de 1,5 m, en el centro donde va ubicada la nave, se llega a la conclusión de que el suelo sobre el que se asientan las edificaciones objeto del proyecto, es de tipo arcilloso semiduro sobre roca granítica de gran consistencia y resistencia en 3 – 4 k/cm² (siempre superior a la tensión de cálculo considerada 2 kg/cm²). En las calicatas no se ha alcanzado la capa freática.

ANEJO IV – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

INTALACIÓN DE FONTANERÍA

1. OBJETO

El presente anejo pretende dar respuesta a las exigencias de la normativa general del CTE relativa a la instalación de suministro de agua en los edificios (DB HS).

2. INTRODUCCIÓN

La situación de la industria en el polígono industrial de las teresas le dota de acceso a suministro de agua, proveniente de la distribución de agua del polígono.

La acometida a la red de abastecimiento de agua está situada junto a la parcela, lo cual asegura el abastecimiento de agua para las necesidades de servicio e industriales.

3. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA

Situación	Tomas	Consumo por toma (L/seg)	Consumo total (L/seg)
Laboratorio	1 fregadero	0,25	0,25
Servicio 1	1 lavabo	0,10	0,10
	2 inodoros	0,15	0,30
Servicio 2	1 lavabo	0,10	0,10
	2 inodoros	0,15	0,30
Vestuario 1	1 plato de ducha	0,20	0,20
Vestuario 2	1 plato de ducha	0,20	0,20
Tomas para limpieza	6 tomas	0,70	4,20
Total			5,65

Se considerará que en el caso más desfavorable se estarán utilizando simultáneamente un 50 % del consumo total posible, por lo tanto:

$$\text{Consumo} = 5,65 * 0,5 = 2,82 \text{ L/seg}$$

4. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Exigencias normativa	
Exigencia	Solución adoptada
Protección contra retornos	Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en: <ul style="list-style-type: none">• después del contador• antes de los aparatos de refrigeración• antes del acceso a cada aparato
Deberá ser posible vaciar cualquier tramo de la red	Se dispondrán grifos de vaciado combinado con las válvulas antirretorno.
Contador	Se dispondrá de un contador de agua en la acometida a la red de abastecimiento.
Válvulas de corte	Se colocarán dos válvulas de corte, una antes y otra después del contador.
La velocidad del agua no debe sobrepasar en ningún caso los 2 m/s	En caso de que la presión sea muy elevada, se precisará colocar válvulas de descompresión hasta conseguir la velocidad adecuada.

4.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

4.1.1. ACOMETIDA

La acometida dispondrá de los siguientes elementos:

- llave de toma
- tubo de acometida que enlazará la llave de toma con la llave de corte general
- una llave de corte en el exterior de la propiedad

4.1.2. INSTALACIÓN GENERAL

La instalación general contendrá los siguientes elementos:

- llave de corte general
- filtro de la instalación general
- armario del contador general
- tubo de alimentación
- distribución principal
- contador
- sistemas de regulación de la presión

4.2.ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

4.2.1. DISTRIBUCIÓN

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

5. DIMENSIONADO

5.1.DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormetne habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos

5.1.1.Red de distribución de agua fría

Tramo	Abastece a	Aparato o punto de consumo	Material	Diámetro tubería (mm)	Diámetro llave (mm)
Tramo 1	Servicios Vestuarios	4 inodoros 2 lavabos 2 platos de ducha	PE	30	40
Tramo 2	Sala brasserie Sala fermentación Sala máquinas Sala lavadora	4 tomas	PE	25	32
Tramo 3	Sala guarda Sala embotellado Laboratorio	2 tomas 1 fregadero	PE	25	32

5.1.2. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Tramo	Abastece a	Aparato o punto de consumo	Material	Diámetro tubería (mm)	Diámetro llave (mm)
Tramo 1	Servicios Vestuarios Sala brasserie Sala máquinas Sala fermentación	2 lavabos 2 platos de ducha 3 tomas	Cobre	22	25
Tramo 2	Sala lavadora Sala guarda Sala embotellado Laboratorio	3 tomas 1 fregadero	Cobre	22	25
Acometida caldera	Tramos 1 y 2		Cobre	28	32

ANEJO V – INSTALACIÓN DE VAPOR

INSTALACIÓN DE VAPOR

1. CONDICIONANTES

La transferencia de calor, en la industria cervecera objeto de este proyecto, se va a realizar a través del vapor de agua, existen varias razones que hacen que el vapor de agua sea un medio ideal para el transporte de energía. Según el Reglamento de Equipos a Presión aprobado por el R.D. 1964/2009 se define “Caldera” como todo aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de calorías, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

Algunos de los motivos que han llevado a la elección de este sistema en el diseño de esta industria son los siguientes:

- El alto calor de vaporización del agua. El calor de vaporización del agua es el mayor de todos los líquidos fácilmente disponibles. Esto hace que el caudal másico de vapor necesario para producir el calentamiento sea pequeño
- El vapor de agua se conduce fácilmente por tuberías aprovechando la presión conseguida en su generación con pequeñas pérdidas de carga.
- La disponibilidad de agua, aunque el agua siempre represente un problema en la Región de Murcia.
- Su precio, en principio el agua es barata, en comparación con otros fluidos.
- En los calentamientos el agua se emplea en estado de vapor saturado, por lo que cede la mayor parte de su energía a temperatura constante. Esto facilita mucho la regulación de los procesos, especialmente en la pasteurización y la sacarificación en los que la regulación precisa de la temperatura es fundamental para la calidad final de la cerveza.

2. PROCESOS EN LOS QUE INTERVIENE EL VAPOR

De los procesos que forman parte de la industria objeto de este proyecto, 3 de ellos necesitan vapor (sacarificación, cocción y lavado de botellas). De los cuales 2 de ellos se realizan en cubas de calentamiento indirecto y el otro es un depósito en el que se calentará de forma directa un depósito de agua, inyectando vapor al mismo.

Proceso	Temperatura entra el producto (°C)	Temperatura requerida (°C)	Tiempo a la temperatura requerida (Minutos)	Volumen a calentar (L)
Sacarificación	15	75	120	15.000
Cocción	75	86	90	15.000
Lavado botellas	15	80	-	500

3. CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE VAPOR

3.1. TANQUES DE CALENTAMIENTO

En los tanques de calentamiento una cantidad constante de fluido es calentada mediante un flujo de vapor. Como en este caso se trata de procesos de calentamiento indirecto el vapor atraviesa un dispositivo de intercambio, una camisa que cubre la superficie del tanque.

Calcularemos aproximadamente el caudal de vapor consumido durante el calentamiento, que es cuando las necesidades son mayores. Las necesidades de vapor para el mantenimiento del fluido caliente serán mucho menores. Pueden obtenerse de forma aproximada tratándolo como un problema de convección natural. Si la cuba está bien aislada podremos despreciar las pérdidas durante el calentamiento. No así durante el mantenimiento, ya que en éste caso las pérdidas constituyen el único consumo de calor que se produce en la cuba, salvo que se mantenga en ebullición el fluido calentado.

El vapor accede al intercambiador como vapor saturado, próximo al estado de vapor saturado seco. Tras el intercambio condensa y al ser expulsado a la red de retorno de condensados se encuentra normalmente en estado de líquido subenfriado, próximo a saturación. Durante el proceso de calentamiento se habrá consumido una masa m de vapor y la masa m_f de fluido contenido en la cuba se habrá calentado desde una temperatura inicial T_1 hasta una temperatura final T_2 .

Para los cálculos se va seguir el siguiente proceso:

$$m = Q_1 / (h_1 - h_2)$$

Siendo:

m : caudal másico (kg/h)

h_1 : entalpía del vapor a la entrada (kJ/kg)

h_2 : entalpía del vapor a la salida (kJ/kg)

$$Q_1 = -Q + (m_f \cdot C_f \cdot (T_2 - T_1)) / \Delta t$$

Siendo:

C_f : Capacidad calorífica del agua = 1 kcal/kg°C

T_1 : temperatura de entrada

T_2 : temperatura de salida

Δt : tiempo

$$h = (1 - x) \cdot h_L(p) + x \cdot h_G(p)$$

Siendo:

h : entalpía del vapor

x : título del vapor

$h_L(p)$: entalpía del líquido a una determinada presión p

h_G : entalpía del vapor a una determinada presión p

3.2. HIPÓTESIS DE CÁLCULO 1

3.2.1. HIPÓTESIS 1 VAPOR NECESARIO EN LA SACARIFICACIÓN

Para el cálculo de las necesidades en la sacarificación se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q_1 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (75 - 15) \text{ K}) / (30 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min})) = 7.524.000 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg}$
- $h_G(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 2706,6 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 93 %

$$h_1 = (1 - 0,93) \cdot 504,7 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2706,6 \text{ kJ/kg} = 2552,46 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 504,7 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$m_1 = 7.524.000 \text{ kJ/h} / (2552,46 \text{ kJ/kg} - 504,7 \text{ kJ/kg}) = 3674,25 \text{ kg/h}$$

Seguidamente se calculará el caudal másico de vapor para mantener la temperatura el tiempo requerido. Una vez alcanzada la temperatura requerida las pérdidas constituyen el único consumo de calor que se produce en la cuba. Por lo tanto:

$$Q = Q/s \cdot S$$

Siendo:

Q: pérdidas por transmisión (kcal/día)

Q/s: flujo de calor por unidad de superficie (kcal/h·m²)

S: Superficie del tanque en contacto con el exterior (m²)

3.2.2. HIPÓTESIS 1 VAPOR NECESARIO EN LA COCCIÓN

Para el cálculo de las necesidades en el proceso de cocción se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q_1 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (86 - 75) \text{ K}) / (30\text{min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min})) = 1.379.400 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg}$
- $h_G(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 2706,6 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 93 %

$$h_1 = (1-0,93) \cdot 504,7 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2706,6 \text{ kJ/kg} = 2552,46 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 504,7 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$m_2 = 1.379.400 \text{ kJ/h} / (2552,46 \text{ kJ/kg} - 504,7 \text{ kJ/kg}) = 673,61 \text{ kg/h}$$

Seguidamente se calculará el caudal másico de vapor para mantener la temperatura el tiempo requerido. Una vez alcanzada la temperatura requerida las pérdidas constituyen el único consumo de calor que se produce en la cuba. Por lo tanto:

$$Q = Q/s \cdot S$$

Siendo:

Q: pérdidas por transmisión (kcal/día)

Q/s: flujo de calor por unidad de superficie (kcal/h·m²)

S: Superficie del tanque en contacto con el exterior (m²)

3.2.3. HIPÓTESIS 1 VAPOR NECESARIO EN LA LAVADORA DE BOTELLAS

La lavadora de botellas dispone de un depósito de 500 L con agua caliente, en el cual se requiere calentar desde unos 15 °C (temperatura ambiente) hasta 80 °C que es la temperatura de lavado.

Aunque la ejecución de las cubas de calentamiento directo es más sencilla que las de calentamiento indirecto y no necesitan purgador, el cálculo del consumo resulta más complejo, ya que el problema debe enfocarse como un sistema abierto en régimen transitorio.

Sin embargo, podemos dar un valor aproximado del consumo igualando la variación de entalpía del vapor a la del fluido a calentar. Además supondremos que el vapor que alimenta la cuba es vapor saturado seco. Tomaremos Tf como el valor medio entre T1 y T2 y despreciaremos el calor cedido al ambiente. Por lo tanto:

$$m \approx (m_f \cdot C_f \cdot (T_2 - T_1)) / ((h_l - h_L(p) + C_f \cdot (T_s(p) - T_f)) \cdot \Delta t)$$

Siendo:

m_f: masa a calentar (kg)

C_f: Capacidad calorífica del agua => 4,18 kJ/kg · K

T₂: temperatura requerida

T₁: temperatura de entrada

h_l = h_G: entalpía del vapor h_G(2 bar) = 2.706,6 kJ/kg

T_s(p): temperatura de saturación a una determinada presión

T_f: valor medio entre T1 y T2

Δt: tiempo que tarda en alcanzar la temperatura requerida

$$T_f = (15 + 80) / 2 = 47,5 \text{ °C}$$

$$m_3 = (500 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} (80 - 15)) / ((2.756,8 - 504,7) \text{ kJ/kg} + 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (120,23 - 47,5)) \cdot 0,5$$

$$h = 106,29 \text{ kg/h}$$

3.2.4. HIPÓTESIS 1 NECESIDADES TOTALES DE VAPOR

Las necesidades totales de vapor corresponden a la suma de m1, m2 y m3. Por lo tanto:

Proceso	Necesidades de vapor (kg/h)	Necesidades de vapor (kg/s)
m1 – Sacarificación	3.674,25	1,020
m2 – Cocción	673,61	0,187
m3 – Lavado botellas	106,29	0,029
TOTAL	4.454,15	1,237

3.2.5. HIPÓTESIS 1 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE

3.2.6. VELOCIDAD RECOMENDADA EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN

Presión (bar)	Velocidad máxima recomendada (m/s)
1	25
10	40

Para obtener la velocidad máxima recomendada para las condiciones de la instalación se interpola entre los valores de la tabla anterior para 2 bar.

$$Y = A \cdot X + B$$

$$1 = A \cdot 25 + B$$

$$10 = A \cdot 40 + B$$

Por lo tanto:

$$B = 10 - 40 \cdot A \Rightarrow 1 = A \cdot 25 + 10 - 40 \cdot A$$

$$40 - 25 \cdot A = 9$$

$$15 \cdot A = 9$$

$$A = 9/15 = 0,6$$

Así pues:

$$1 = 0,6 \cdot 25 + B$$

$$B = 1 - 0,6 \cdot 25 = -14$$

Y finalmente obtenemos la velocidad máxima recomendada para 2 bar:

$$Y = 0,6 \cdot X - 14$$

$$2 = 0,6 \cdot X - 14$$

$$X = 26,66 \text{ m/s}$$

Entonces para calcular diámetro de la tubería:

$$Q = V \cdot S$$

Siendo:

Q: caudal (m³/s)

V: velocidad máxima recomendada (m/s)

S: sección interior de la tubería (m²)

Para vapor a 2 bar: 0,886 m³/kg, por lo tanto:

$$Q = 1,237 \text{ kg/s} \cdot 0,886 \text{ m}^3/\text{kg} = 1,095 \text{ m}^3/\text{s}$$

A continuación calculamos la sección necesaria de tubería:

$$1,095 \text{ m}^3/\text{s} = 26,66 \text{ m/s} \cdot S$$

$$S = 0,04107 \text{ m}^2$$

Por lo tanto:

$$S = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

Siendo:

S: sección (m²)

D: diámetro (m)

$$0,04107 = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

D = 0,22 m => Es demasiado alto, hay que probar algo diferente

Cómo el diámetro obtenido es demasiado alto, se va a probar con una presión de 8 bar, en lugar de 2 bar.

3.3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO 2

3.3.1. HIPÓTESIS 2 VAPOR NECESARIO EN LA SACARIFICACIÓN

Para el cálculo de las necesidades en la sacarificación se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q1 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (75 - 15) \text{ K}) / (30 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min})) = 7.524.000 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- hL(p): hL(8 bar) = 721,1 kJ/kg
- hG(p): hG(8 bar) = 2.769,1 kJ/kg
- X (título): 93 %

$$h1 = (1-0,93) \cdot 721,1 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2.769,1 \text{ kJ/kg} = 2625,74 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 721,1 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$m_1 = 7.524.000 \text{ kJ/h} / (2625,74 \text{ kJ/kg} - 721,1 \text{ kJ/kg}) = 3.950,35 \text{ kg/h}$$

3.3.2. HIPÓTESIS 2 VAPOR NECESARIO EN LA COCCIÓN

Para el cálculo de las necesidades en el proceso de cocción se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q_1 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (86 - 75) \text{ K}) / (30 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min})) = 1.379.400 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- $h_L(p)$: $h_L(8 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- $h_G(p)$: $h_G(8 \text{ bar}) = 2.769,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 93 %

$$h_1 = (1 - 0,93) \cdot 721,1 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2.769,1 \text{ kJ/kg} = 2625,74 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(8 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 721,1 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$m_2 = 1.379.400 \text{ kJ/h} / (2.625,74 \text{ kJ/kg} - 721,1 \text{ kJ/kg}) = 724,23 \text{ kg/h}$$

3.3.3. HIPÓTESIS 2 VAPOR NECESARIO EN LA LAVADORA DE BOTELLAS

$$T_f = (15 + 80) / 2 = 47,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_3 = (500 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (80 - 15)) / ((2.625,74 - 721,1) \text{ kJ/kg} + 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (170,43 - 47,5)) \cdot 0,5 \text{ h} = 62,84 \text{ kg/h}$$

3.3.4. HIPÓTESIS 2 NECESIDADES TOTALES DE VAPOR (8 BAR)

Las necesidades totales de vapor corresponden a la suma de m1, m2 y m3. Por lo tanto:

Proceso	Necesidades de vapor (kg/h)	Necesidades de vapor (kg/s)
m1 – Sacarificación	3.950,35	1,09
m2 – Cocción 724,23	724,23	0,20
m3 – Lavado botellas	62,84	0,01
TOTAL	4.737,42	1,31

3.3.5. HIPÓTESIS 2 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE

Velocidad recomendada en función de la presión

Presión (bar)	Velocidad máxima recomendada (m/s)
1	25
10	40

Para obtener la velocidad máxima recomendada para las condiciones de la instalación se interpola entre los valores de la tabla anterior para 8 bar.

Obtenemos la velocidad máxima recomendada para 8 bar:

$$Y = 0,6 \cdot X - 14$$

$$8 = 0,6 \cdot X - 14$$

$$X = 36,66 \text{ m/s}$$

Entonces para calcular diámetro de la tubería:

$$Q = V \cdot S$$

Siendo:

Q: caudal (m³/s)

V: velocidad máxima recomendada (m/s)

S: sección interior de la tubería (m²)

Para vapor a 8 bar: 0,240 m³/kg, por lo tanto:

$$Q = 1,31 \text{ kg/s} \cdot 0,240 \text{ m}^3/\text{kg} = 0,314 \text{ m}^3/\text{s}$$

A continuación calculamos la sección necesaria de tubería:

$$0,314 \text{ m}^3/\text{s} = 36,66 \text{ m/s} \cdot S$$

$$S = 0,00856 \text{ m}^2$$

Por lo tanto:

$$S = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

Siendo:

S: sección (m²)

D: diámetro (m)

$$0,00856 = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

$$D = 0,10 \text{ m} \Rightarrow 10 \text{ cm}$$

Como todavía sigue siendo un diámetro muy grande, se va a probar como resultaría con un tiempo de sacarificación de 4 horas en lugar de 30 minutos.

3.4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO 3

3.4.1. HIPÓTESIS 3 VAPOR NECESARIO EN LA SACARIFICACIÓN

Para el cálculo de las necesidades en la sacarificación se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q1 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (75 - 15) \text{ K}) / 4 \text{ horas} = 940.500 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- $h_L(p)$: $h_L(8 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- $h_G(p)$: $h_G(8 \text{ bar}) = 2.769,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 93 %

$$h_1 = (1 - 0,93) \cdot 721,1 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2.769,1 \text{ kJ/kg} = 2625,74 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 721,1 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$m_1 = 940.500 \text{ kJ/h} / (2625,74 \text{ kJ/kg} - 721,1 \text{ kJ/kg}) = 493,79 \text{ kg/h}$$

3.4.2. HIPÓTESIS 3 VAPOR NECESARIO EN LA COCCIÓN

Para el cálculo de las necesidades en el proceso de cocción se va a calcular primero el vapor necesario para alcanzar la temperatura requerida y luego para mantenerla.

$$Q_2 = (15.000 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \cdot (86 - 75) \text{ K}) / (30 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min})) = 1.379.400 \text{ kJ/h}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la entrada:

- $h_L(p)$: $h_L(8 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- $h_G(p)$: $h_G(8 \text{ bar}) = 2.769,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 93 %

$$h_1 = (1 - 0,93) \cdot 721,1 \text{ kJ/kg} + 0,93 \cdot 2.769,1 \text{ kJ/kg} = 2625,74 \text{ kJ/kg}$$

Para calcular la entalpía del vapor a la salida, considerando que no habrá subenfriamiento del condensado:

- $h_L(p)$: $h_L(2 \text{ bar}) = 721,1 \text{ kJ/kg}$
- X (título): 100 %

$$h_2 = 721,1 \text{ kJ/kg}$$

Por lo tanto, el caudal másico de vapor para alcanzar la temperatura requerida, será:

$$721,1 \text{ kJ/kg}$$

$$m_2 = 1.379.400 \text{ kJ/h} / (2.625,74 \text{ kJ/kg} - 721,1 \text{ kJ/kg}) = 724,23 \text{ kg/h}$$

3.4.3. HIPÓTESIS 3 VAPOR NECESARIO EN LA LAVADORA DE BOTELLAS

$$T_f = (15 + 80) / 2 = 47,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_3 = (500 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (80 - 15)) / ((2.625,74 - 721,1) \text{ kJ/kg} + 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (170,43 - 47,5)) \cdot 0,5 \text{ h} = 62,84 \text{ kg/h}$$

$$Q_3 = 62,84 \text{ kg/h} \cdot 2625,74 \text{ kJ/kg} = 165.001,50 \text{ kJ/h}$$

3.4.4. HIPÓTESIS 3 NECESIDADES TOTALES DE VAPOR (8 BAR)

Las necesidades totales de vapor corresponden a la suma de m_1 , m_2 y m_3 . Por lo tanto:

Proceso	Necesidades de energía (kJ/h)	Necesidades de vapor (kg/h)	Necesidades de vapor (kg/s)
m1 – Sacarificación	940.500	493,79	0,13
m2 – Cocción 724,23	1.379.400,00	724,23	0,20
m3 – Lavado botellas	165.001,50	62,84	0,01
TOTAL	2.484.901,50	1.280,86	0,35

3.4.5. HIPÓTESIS 3 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE

Velocidad recomendada en función de la presión

Presión (bar)	Velocidad máxima recomendada (m/s)
1	25
10	40

Para obtener la velocidad máxima recomendada para las condiciones de la instalación se interpola entre los valores de la tabla anterior para 8 bar.

$$V = 36,66 \text{ m/s}$$

Entonces para calcular diámetro de la tubería:

$$Q = V \cdot S$$

Siendo:

Q: caudal (m³/s)

V: velocidad máxima recomendada (m/s)

S: sección interior de la tubería (m²)

Para vapor a 2 bar: 0,240 m³/kg, por lo tanto:

$$Q = 0,35 \text{ kg/s} \cdot 0,240 \text{ m}^3/\text{kg} = 0,084 \text{ m}^3/\text{s}$$

A continuación calculamos la sección necesaria de tubería:

$$0,084 \text{ m}^3/\text{s} = 36,66 \text{ m/s} \cdot S$$

$$S = 0,00229 \text{ m}^2$$

3.5. ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES HIPÓTESIS CALCULADAS

Hipótesis	Duración sacarificación	Presión vapor (bar)	Superficie de tubería necesario (m ²)
A	30 minutos	2	0,04107
B	30 minutos	8	0,00856
C	4 horas	8	0,00229

Tras analizar diferentes hipótesis de cálculo y analizando diferentes maneras de abordar los procesos se determina que la hipótesis C es la más idónea y se calcula el resto de la instalación en base a esta.

Por lo tanto:

$$S = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

Siendo:

S: sección (m²)

D: diámetro (m)

$$0,00229 = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

$$D = 0,054 \text{ m} \Rightarrow 5,4 \text{ cm}$$

3.6.ESPESOR DE AISLAMIENTO DE LA TUBERÍA

$$e = (D/2) \cdot [\exp((\lambda / \lambda_{\text{ref}}) \cdot \ln((D + 2 e_{\text{ref}}) / D)) - 1]$$

Siendo:

e: espesor de aislante de la tubería (mm)

e_{ref}: espesor de aislante de la tubería (mm) según tabla

λ_{aislante}: coeficiente de transmisión térmico (W/m·K)

λ_{ref}: coeficiente de transmisión térmico de referencia (W/m·k)

D: diámetro de la tubería (mm)

$$e = (54/2) \cdot [\exp((0,032 / 0,04) \cdot \ln((54 + 2 \cdot 50) / 54)) - 1] = 35,44 \text{ mm}$$

3.7.DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE RETORNO DE CONDENSADO

$$V = 15 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,35 \text{ kg/s (masa de vapor consumido)}$$

Cálculo del título de la mezcla

$$h_L(p) = X \cdot h_v(\text{atm}) + (1-X) h_L(\text{atm})$$

Siendo:

h_L(p): entalpía del líquido a una determinada presión

h_v(atm): entalpía del vapor a presión atmosférica

h_L(atm): entalpía del vapor a presión atmosférica

$$721,1 = X \cdot 2.675,5 + (1-X) \cdot 417,5$$

$$X = 0,134 \Rightarrow \text{aproximadamente el 13 \% revaporizado}$$

Cálculo del volumen específico

$$V = X \cdot V_v(p) + (1-X) \cdot V_L(p)$$

Siendo:

V: volumen específico de la mezcla

V_v(p): volumen específico de vapor a una determinada presión

V_L(p): volumen específico de líquido a una determinada presión

$$V = X \cdot V_v(1 \text{ bar}) + (1-X) \cdot V_L(1 \text{ bar})$$

$$V = 0,134 \cdot 1,694 + (1-0,134) \cdot 0,001043$$

$$V = 0,227 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Por lo tanto, la sección:

$$S = Q/V = (V \cdot m_{\text{vapor}})/V = (0,227 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot 0,35 \text{ kg/s}) / 15 \text{ m/s} = 0,00529 \text{ m}^2$$

Y finalmente, el diámetro de la tubería será:

$$0,00529 = \pi \cdot (D^2 / 4)$$

$$D = 0,08 \text{ m} \Rightarrow 8 \text{ cm}$$

4. INSTALACIÓN DE AGUA PARA LA CALDERA

Agua de reposición de la caldera

El consumo de agua de reposición, es igual al consumo en la lavadora de botellas (vapor que no se recuperará en forma de condensado), más la debida a fugas eventuales. Estas fugas se han estimado en su conjunto en un 15 % del vapor que se genere.

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE REPOSICIÓN DE LA CALDERA

El tratamiento del agua de una caldera de vapor es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes. El objetivo principal del tratamiento de agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

4.2. DESCALCIFICADORA

La función del ablandador es eliminar los iones de Ca y Mg, que conforman la dureza del agua y favorecen la formación de incrustaciones en una caldera.

El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado “intercambio iónico”, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na) para obtener agua para ser utilizadas en calderas.

Entre la toma de agua para la alimentación de la caldera y el depósito alimentador de la caldera, se instalará un equipo de descalcificación de agua.

4.3. DESGASIFICACIÓN

Esta operación se realiza mediante un descalcificador, que es un dispositivo mecánico empleado para liberar los gases contenidos en el agua de alimentación.

4.4. Depósito de almacenamiento de agua

El Reglamento de Aparatos a Presión, prohíbe la conexión de la bomba de alimentación de la caldera a la red pública, por lo que necesariamente debe tener lugar a través de un depósito de alimentació. Las características del depósito a instalar serán las siguientes:

- estará cerrado
- comunicado con la atmósfera
- poseerá un sistema de llenado que impida retroceso de agua a la instalación general de agua
- tendrá un sistema de nivel mediante flotador
- estará dotado de un dispositivo para la inspección visual del nivel
- tendrá un sistema de vaciado
- el depósito se situara elevado, para evitar que el agua aspirada entre en cavitación y deteriore la bomba
- estará construido de acero inoxidable

Este depósito cumplirá también la función de depósito colector de los condensados, por ello deberá ir aislado, ya que en él se recuperará el calor de condensado y del vapor de expansión.

5. CALDERA

El consumo de vapor, a lo largo de la jornada, es muy variable; dependiendo de las necesidades que tenga la industria en cada momento.

Esto puede provocar perturbaciones en el funcionamiento del generador de vapor, tales como caída de presión, inestabilidad del nivel de agua y descenso del rendimiento térmico.

Para regular el consumo de vapor se procurará:

- Repartir a lo largo del día la entrada en servicio de los distintos equipos, no haciendo coincidir la totalidad del consumo.
- Evitar que el consumo de un determinado momento, sea superior a la cantidad de vapor generada.

Por lo tanto, siendo las necesidades totales 1.280,86 kg/h, se opta por adquirir un generador de vapor capaz de producir 3.200 kg/h; así se tendrá en cuenta el crecimiento de la empresa y además permitirá que se puedan realizar más de un proceso de sacarificación al mismo tiempo, asegurando la proyección proyectada.

Las características del generador de vapor son las siguientes:

Características del generador de vapor	
Medio de transferencia térmica	Vapor saturado de alta presión
Tipo de construcción	Sistema pirotubular con hogar
Potencia (kg/h)	175 a 3.200
Presión de diseño (bar)	Hasta 16
Temperatura máx. En °C	204
Combustible	Gasóleo C, Fuel-Oil, Gas

El generador de vapor está dotado de las siguientes componentes:

Equipamiento del generador de vapor

• Armario eléctrico de maniobra y control con el sistema de control de la caldera LBC incorporado	• Válvula de retención del agua de llenado
• Grifo de purga, para toma de muestras de agua	• Válvula de cierre de agua de llenado, no precisa mantenimiento
• Indicador óptico del nivel de agua con cristal protector y reflector	• Mirilla
• Válvula de interrupción del tubo de presostatos, no precisa mantenimiento	• Quemador
• Presostato de seguridad	• Aislamiento acabado con revestimiento de protección
• Transductor de presión (4-10 mA)	• Bancada
• Válvula de manómetro con platija de comprobación	• Rampa de gas
• Válvula de salida de vapor	• Caja de bornes
• Válvula de seguridad tipo resorte	• Módulo de bomba de alimentación de agua a caldera
• Medición continua de la conductividad y del contenido de sales	• Válvula de cierre de purga, libre de mantenimiento
• Válvula de cierre de purga, libre de mantenimiento	• Válvula de purga automática de lodos. Dispositivo de cierre rápido
• Boca de inspección del lado del vapor	• Boca de inspección del lado del agua
• Registro de inspección del lado de los gases de escape	

6. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE COMBUSTIBLE

PCI = 10.500 kcal/kg => 43.890 kJ/kg

Rendimiento = 85 %

Necesidades energía = 2.484.901,50 kJ/h

Por lo tanto:

$$\text{Necesidades combustible} = 2.484.901,50 \text{ kJ/h} / 43.890 \text{ kJ/kg} = 56,61 \text{ kg/h}$$

Así pues, en una jornada de 8 horas:

$$56,61 \text{ kg/h} \cdot 8 \text{ h/día} = 452,88 \text{ kg}$$

Se instalará un depósito de combustible que permita trabajar a las máximas necesidades durante 5 días, por lo tanto:

$$452,88 \text{ kg/día} \cdot 5 \text{ día} = 2.264,40 \text{ kg}$$

Y considerando que la densidad media de fuel-oil es de 0,95 kg/L, el volumen a almacenar será de:

$$\text{Volumen a almacenar} = 2.264,40 \text{ kg} / 0,95 \text{ kg/L} = 2.383,57 \text{ L}$$

Por ello, se instalará un depósito de 2.500 L.

ANEJO VI – RED DE SANEAMIENTO

RED DE SANEAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

Se instalará 1 red de saneamiento conjunta, tanto para la evacuación de las aguas pluviales como para la recogida de aguas fecales.

Las aguas pluviales serán conducidas mediante canalones hacia las bajantes, que desembocarán en las arquetas, que comunicadas mediante colectores, desembocarán en la red general de saneamiento del polígono industrial de Las Teresas.

Todas las tuberías de saneamiento serán de PVC y las arquetas serán de obra.

2. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Mes	Precipitación media (mm)
Enero	21
Febrero	24
Marzo	28
Abril	48
Mayo	48
Junio	36
Julio	12
Agosto	14
Septiembre	32
Octubre	42
Noviembre	34
Diciembre	28

2.1. CANALONES

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene del documento del CTE de salubridad en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Por lo tanto para una pendiente de 626,18 m² y una pendiente de canalón de 2% se establece un diámetro nominal del canalón de 250 mm.

2.2.BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene de la tabla 4.8, del documento de salubridad, para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Se dispondrán 7 bajantes, por lo tanto la superficie servida por cada uno de ellos será:

$$626,18 \text{ m}^2 / 7 \text{ canalones} = 89,45 \text{ m}^2/\text{canalón}$$

Por lo tanto para la superficie calculada se instalarán bajantes con un diámetro nominal de 63 mm.

2.3.ARQUETAS Y COLECTORES

Se calcularán las arquetas que será necesario disponer, así como los diámetros de los colectores horizontales que conectarán las arquetas, tanto para pluviales como para residuales.

Arqueta	Recoge el agua de	Cálculo de arquetas y colectores			
		Dimensiones	Colector	Diámetro (mm)	Pendietne (%)
A1	B1	510 x 380	A1 - A2	150	1
A2	B2	510 x 380	A2 - A3	150	1
A3	B3	510 x 380	A1 - A4	150	1
A4	B4	510 x 380	A3 - A5	150	1
A5	B5	510 x 380	A4 - A6	150	1
A6	B6	510 x 380	A5 - A7	150	1
A7	B7	510 x 380	A6 - A8	250	1
A8	A6, Vestuario 1	630 x 510	A8 - A9	250	1
A9	A8, Vestuario 2	630 x 510	A9 - A10	250	1
A10	A9, Baño 1	630 x 510	A10 - A11	250	1
A11	A10, Baño 2	630 x 510	A11 - A12	250	1
A12	A7, A11	630 x 510	A7 - A12	250	1
A13	S12	630 x 510	Acometida	300	1

2.4.CÁLCULO DEL DESAGÜE DE APARATOS SANITARIOS

Todas las derivaciones tendrán una pendiente del 1%. El diámetro de los desagües de los aparatos sanitarios será el recomendado por el documento del CTE correspondiente a salubridad.

Los urinarios, lavabos y platos de ducha desembocarán previamente en un bote sifónico, el cual desembocará en el inodoro más cercano.

Los diámetros de estas conducciones serán los que se reflejan en la siguiente tabla:

Aparato			Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
Lavabo			40		
Ducha			40		
Inodoro con cisterna			100		
Urinario			50		
Botes sifónicos			100		
Cálculo de sumideros y colectores interiores					
Arqueta	Recoge el agua de	Dimensiones	Colector	Diámetro (mm)	Pendietne (%)
S1	Sala de maquinas	500 x 200	S1 – S4	150	1
S2	Sala de lavadora	500 x 200	S4 – S8	150	1
S3	Sala embotellado	500 x 200	S8 – S12	150	1
S4	Sala brasserie	500 x 200	S2 – S7	150	1
S5	Sala fermentación	500 x 200	S3 – S6	150	1
S6	Pasillo producción	500 x 200	S7 – S9	150	1
S7	Pasillo producción	500 x 200	S5 – S9	150	1
S8	Recepción	500 x 200	S10 – S9	150	1
S9	Recepción	500 x 200	S9 – S12	150	1
S10	Sala guarda	500 x 200	S12 – A13	250	1
S11	Laboratorio	500 x 200			
S12	Recepción	500 x 200			
A13	S12	630 x 510			

ANEJO VII – SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades de previsión del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, minimizando los daños o pérdidas que puedan generarse.

2. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto establecer y definir los requisitos que debe satisfacer y las condiciones que debe cumplir la industria para su seguridad en caso de incendio, evitando su generación o para dar la respuesta adecuada al mismo, en el caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el mismo pueda producir a personas o bienes.

3. NORMATIVA

La realización del presente anejo se basará en la aplicación de la siguiente normativa:

- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Caracterización de los establecimientos industriales según el Reglamento

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno
- Su nivel de riesgo intrínseco

Dentro de las diversas configuraciones y ubicaciones descritas en el Reglamento que pueden tener los establecimientos industriales, el establecimiento objeto de este proyecto se encuentra incluido dentro del tipo C que corresponde a “El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio”.

5. CARACTERIZACIÓN POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Según el Reglamento los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, estableciendo sectores de incendios, los cuales se definen como “espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso”.

El establecimiento objeto del presente proyecto constituye un único sector de incendio, con las siguientes zonas:

- Zona de producción y oficinas
- Almacén
- Sala de máquinas

5.1.ZONA DE PRODUCCIÓN Y OFICINAS

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento, en los que se incluyen los acopios de materiales y productos cuyo consumo o producción es diario:

$$Q_s = (\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i) / A \cdot R_a$$

Siendo:

Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m²

C_i : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

q_{si} : densidad de carga de fuego de cada zona de proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

S_i : superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m²

A : superficie construida del sector de incendio, m².

$$Q_s = (\sum (800 + 200) \text{ MJ/m}^2 \cdot 56 \cdot 1) / 582,58 \text{ m}^2 \cdot 1,5 = 144,18 \text{ MJ/m}^2$$

5.2.ZONA DE ALMACENAMIENTO

$$Q_s = (\sum q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i) / A \cdot R_a$$

Siendo:

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado anterior.

q_{vi} : carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

h_i : altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.

S_i : superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio en m².

$$Q_s = (\sum 800 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 561,58) / 582,58 \cdot 1,5 = 2891,86 \text{ MJ/m}^2$$

El nivel de riesgo intrínseco para el valor de densidad de carga de fuego, ponderada y corregida Q_e , de dicho edificio industrial, pertenece al nivel medio 5, ya que está entre los límites siguientes:

$$1700 < Q_s \leq 3400 \text{ (MJ/m}^2\text{)}$$

6. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Según el Reglamento y teniendo en cuenta que el riesgo intrínseco del establecimiento es medio (5) y que la configuración del establecimiento es de tipo C; mediante la tabla 2.1 del citado Reglamento se obtiene que la máxima superficie construida admisible es de 3500 m², dado que la superficie total, corresponde a una superficie de 626,18 m², se obtiene que la superficie construida es admisible.

6.1. MATERIALES

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”.

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727

Los productos de revestimiento: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial son:

Zona almacén, oficinas y producción	
Revestimiento	Características
Suelo	Capas de extepol 150 Primer y extrefloor S/D con arena de sílice
Paredes	PanelSystem de 70 mm con pintura anti-incendios
Techos	Los techos quedan con la superficie del panel sándwich

Sala de máquinas	
Revestimiento	Características
Suelo	Pavimento continuo antideslizante, resistente al rozamiento lavable y antiácido
Paredes	Bloques de hormigón blanco de 40 x 20 x 30 cm colocado a una cara vista
Techos	

6.1.1. PRODUCTOS INCLUIDOS EN PAREDES Y CERRAMIENTOS

Cuando un producto que constituya una capa contenida en el suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1 del Reglamento, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI30 (RF-30).

6.1.2. OTROS PRODUCTOS

Los productos empleados para aislamiento térmico como los que construyan o revistan conductos de aire acondicionado, tuberías de frío/calor y ventilación, serán de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable.

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

- Productos de construcción

Los productos empleados metálicos así como vidrios, morteros, hormigones y yesos, serán de clase A1 (M0).

6.2. EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P.

$P = 1,10 \cdot p$	
Siendo:	
p: personas que ocupan el sector de incendio	< 100

$$P = 1,10 \cdot 3 = 3,3$$

La evacuación de estos establecimientos industriales deben satisfacer las condiciones siguientes:

Evacuación	
Elementos de evacuación	
	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera origen de evacuación a todo punto ocupable. • La longitud de los recorridos de evacuación se medirá sobre el eje. • Se considera altura de evacuación, a la mayor diferencia de cotas entre cualquier origen de evacuación y la salida del edificio que le corresponda.

Número y disposición de las salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Salidas de recinto, que es una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio. <p>El recinto puede disponer de una única salida cuando cumple:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ocupación < 100 personas • No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor de 2 m. • Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una longitud mayor de 50 m cuando la ocupación sea menor de 25 personas y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.
-------------------------------------	---

El recinto dispone de 2 salidas, una de ellas es la puerta principal y la otra es la puerta de acceso a la sala de máquinas, ya que esta sala no comunica con el resto del establecimiento directamente y por ello se hace necesario que disponga de una salida propia.

Dimensionado de salidas y pasillos	
Asignación de los ocupantes	En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de ellas pueda estar bloqueada.
Cálculo	<p>La anchura (A), en m, de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación.</p> <p>$P/200 = 3/200 = 0,015 \text{ m}$</p> <p>Puesto que la anchura menor de las puertas tanto de la nave, como de la sala de calderas es 0,8 m, es mayor que lo especificado en el Reglamento y por tanto es válida.</p>
Anchuras mínimas	La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,8 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,2 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,6 m. La anchura libre de pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor que 1 m.
Características de las puertas	La normativa requerida es cumplida, ya que las puertas tienen una anchura mínima de 0,8 m. Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.
Características de los pasillos	Los pasillos carecen de obstáculos

7. SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN

Se diseña la señalización e iluminación de acuerdo con el artículo 12 de la NBE-CPI/96, apartados 12.1, 12.2 y 12.3; además, cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales

La eliminación de los humos y gases de la combustión y con ellos el calor generado, se hará:

Exigencia Reglamento	Solución
La zona con actividades de almacenamiento, al estar situada en planta sobre rasante y su nivel de riesgo ser medio, a razón de $0,5 \text{ m}^2/150\text{m}^2$ o fracción, como mínimo.	Se dispondrá en el almacén una ventana de $1 \times 2 \text{ m}$, que supone 2 m^2 siendo superior a $0,07 \text{ m}^2$, lo exigido por el Reglamento para una superficie de 21 m^2 como es la del almacén.
Sala de máquinas Según el Reglamento de Aparatos a Presión (RAP), se dispone de una rejilla de entrada de aire y otra de salida de aire.	Se dispondrán tales rejillas para que circule el aire.

8. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

Exigencia Reglamento	Solución
Sistemas manuales de detección de incendios	Se situará un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.
Actividades de producción distintas al almacenamiento, si no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.	Por lo tanto se instalarán dos pulsadores junto a las dos salidas de evacuación:
Actividades de almacenamiento, si no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.	<ul style="list-style-type: none">• Un pulsador en la puerta principal• Un pulsador en la puerta de la sala de máquinas

8.1.EXTINTORES DE INCENDIO

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Exigencia Reglamento	Solución
Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre. Grado de riesgo intrínseco: Medio	Como la superficie del sector es: 582,58 m ² Se colocarán 2 extintores: <ul style="list-style-type: none">• Un extintor localizado junto a la puerta principal de la zona de producción y oficinas• Un extintor localizado junto a la puerta de la sala de máquinas
Se colocará un extintor hasta 400 m ² y un extintor más por cada 200 m ² o fracción, en exceso.	

Zona	Características de los extintores			Eficacia mínima del extintor
	Grado de riesgo intrínseco	Área (m ²)	Nº de extintores	
Producción y oficinas	Medio	547,58	1	21 A
Sala de máquinas	Medio	35	1	21 A

8.2.SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Exigencias Reglamento	Solución
Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si: <ul style="list-style-type: none">• Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.	Como la superficie total construida es menor a 1000 m ² no existe exigencia por el Reglamento de instalar este tipo de elementos en el establecimiento objeto de este proyecto.

8.3.SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Exigencias del Reglamento	Solución
Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando: <ul style="list-style-type: none">• Estén situados en planta bajo rasante• Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto• En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.	El establecimiento objeto del presente proyecto está diseñado para una ocupación de 3 personas, por lo tanto no se hace necesario la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia, pero se tendrá en cuenta y se dejará preparado para una fácil instalación del mismo el día que la industria crezca y se haga necesaria una ocupación de 10 o más personas.

ANEJO VIII – INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de frío dentro de la planta de producción de cerveza que se proyecta vienen determinadas por tres procesos claves en la elaboración de cerveza de calidad, estos tres procesos son los que siguen:

- Enfriado tras la cocción
- Fermentación
- Guarda

2. CONDICIONANTES

Mes	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media	Humedad relativa
Enero	10,1	-0,4	10,6	73
Febrero	12,3	0,8	11,6	70
Marzo	15,5	2,5	12,9	70
Abril	17,5	4,5	14,6	67
Mayo	22,1	8,5	17,6	70
Junio	27,9	12,7	21,3	70
Julio	32,5	16,0	24,1	71
Agosto	31,9	16,1	24,9	73
Septiembre	19,9	12,9	22,7	73
Octubre	13,8	7,9	18,7	73
Noviembre	8,8	3,5	15,6	73
Diciembre	5,9	1,1	11,7	74

3. NORMATIVA

- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 394/1979, de 2 de febrero, por el que se modifica el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Real Decreto 754/1981, de 13 de marzo, por el que se modifican los artículos 28, 29 y 30 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

4. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES FRIGORÍFICAS

4.1. NECESIDADES FRIGORÍFICAS PARA EL ENFRIADO POR INTERCAMBIADOR DE CALOR

$$Q1 = V \cdot Cp \cdot (Te - Tf)$$

Siendo:

Q1: necesidades por enfriamiento en el intercambiador de calor.

V: volumen a refrigerar

Te: temperatura de entrada del producto en el intercambiador

Tf: temperatura con la que debe salir el producto del intercambiador

Cp: calor específico del producto (kcal/kg°C) => 1 kcal/kg°C para agua

$$Q1 = 15.000 \cdot 1 \cdot (86 - 16) = 1.050.000 \text{ kcal}$$

Como el número máximo de enfriamientos que se pueden llevar a cabo en un día es de tres, las máximas necesidades por el intercambiador diarias serían:

$$Q1 = 1.050.000 \cdot 3 = 3.150.000 \text{ kcal/día}$$

4.2. NECESIDADES FRIGORÍFICAS PARA LOS FERMENTADORES

Consideraciones preliminares

Para el cálculo de las necesidades frigoríficas se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- Temperatura de entrada del mosto: 16 °C
- Grado alcohólico que se espera obtener: 5,2 %
- Horas al día de funcionamiento del compresor: 18 horas/día
- El cálculo de las kcal/hora necesarias está basado en la suma: Q2 + Q3, siendo:
- Q2 el calor desprendido en el pre-enfriamiento:

$$Q2 = (V \cdot (Te - Tf) \cdot D) / n$$

Siendo:

V: volumen de mosto

Te: temperatura de entrada del mosto

Tf: temperatura de fermentación

D: número de tanques

n: días de fermentación estimados

Cp: calor específico del producto (kcal/kg°C) => 1 kcal/kg°C para agua

- Q3 es el calor producido y no dispersado en la fermentación:

$$Q3 = (V \cdot 1,3 \cdot (GL) \cdot N \cdot D) / n$$

Siendo:

V: volumen del mosto en fermentación (L)

GL: alcohólico a obtener

N: número de depósitos en fermentación

n: días de fermentación estimados

D: número de tanques

En función de lo aclarado en el epígrafe anterior, calculamos:

Q2 → Calor de preenfriamiento:

$$Q2 = V \cdot Cp \cdot (Te - Tf) D$$

$$Q2 = (15.000 \cdot 1 \cdot (16 - 8) \cdot 3) / 7 = 51.428,57 \text{ kcal/día}$$

Q3 → Calor desprendido durante la fermentación:

$$Q3 = (V \cdot 1,3 \cdot (^{\circ}GL) \cdot N \cdot D) / n$$

$$Q3 = (15.000 \cdot 1,3 \cdot (5,2) \cdot 3 \cdot 3) / 7 = 130.371,42 \text{ kcal/día}$$

4.3.NECESIDADES FRIGORÍFICAS PARA LA GUARDA

Para el cálculo de las necesidades frigoríficas durante la guarda se exponen los siguientes datos:

- Temperatura de entrada del producto: 8 °C
- Temperatura de la guarda: 4 °C
- Temperatura en la sala más desfavorable: 30 °C
- Q4 es el calor desprendido en el pre-enfriamiento a la entrada de producto en la guarda

$$Q4 = V \cdot Cp \cdot (Te - Tf) \cdot n$$

Siendo:

V: Volumen de cerveza

Te: Temperatura de entrada de cerveza

Tf: Temperatura de guarda (4 °C)

**Cp: calor específico del producto
(kcal/kg°C) => 1 kcal/kg°C para agua**

n: número de tanques

$$Q4 = 15.000 \text{ kg} \cdot 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \cdot (8 - 4) ^\circ\text{C} \cdot 9 = 540.000 \text{ kcal}$$

Como el número máximo de pre-enfriamientos que se pueden llevar a cabo en un día es de tres, las máximas necesidades por el pre-enfriamiento para la guarda, diarias serían:

$$Q4 = 540.000 \text{ kcal} \cdot 3 = 1.620.000 \text{ kcal/día}$$

- Q5 corresponde a las necesidades por transmisión durante la guarda y conservación.

$$Q5 = Q/s \cdot S \cdot n$$

Siendo:

Q5: necesidades frigoríficas por transmisión (kcal/día)

Q/s: flujo de calor por unidad de superficie (kcal/h·m²) => 13 kcal/h·m²

S: Superficie del tanque en contacto con el exterior (m²)

n: número de tanques

Superficie de contacto del tanque aproximada:

Radio = 0,89 m: se considerará 1 m teniendo en cuenta la camisa

Perímetro de la circunferencia = $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 1 = 6,28 \text{ m}$

Superficie del cuerpo del cilindro = $6,28 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 12,56 \text{ m}^2$

Superficie de contacto en los extremos del tanque = $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot 1^2 = 3,14 \text{ m}^2$

Superficie de contacto total = $12,56 \text{ m}^2 + (3,14 \cdot 2) = 18,84 \text{ m}^2$

Superficie de contacto mayorada (10%) = $18,84 \cdot 1,10 = 20,72 \text{ m}^2$

$$Q5 = 13 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot 20,72 \text{ m}^2 \cdot 9 = 2.424,24 \text{ kcal/h}$$

Como estas necesidades van a ser constantes durante todo el día:

$$Q_5 = 2.424,24 \text{ kcal/h} \cdot 24 \text{ h/día} = 58.181,76 \text{ kcal/día}$$

4.4.NECESIDADES TOTALES

$$NT = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

Siendo:

NT: necesidades totales(kcal/día)

Carga térmica horaria

$$CTH = NT/Nh_{\text{compresor}}$$

Siendo:

CTH: carga térmica horaria (kcal/h = frig/h)

NT: necesidades totales (kcal/día)

Nh_{compresor}: nº de horas al día que funciona el compresor

La potencia frigorífica del compresor será entonces:

Proceso	Necesidades de frio (kcal/día)
Q1 - Intercambiador	3.150.000,00
Q2 - Pre-enfriamiento fermentador	51.428,57
Q3 - Fermentación	130.371,42
Q4 - Pre-enfriamiento guarda	1.620.000,00
Q5 - Guarda	58.181,76
TOTAL	5.009.981,75

Como todos los procesos no van a estar funcionando al mismo tiempo, ya que en algunos casos el funcionamiento de uno impide el funcionamiento del otro, se podría calcular teniendo en cuenta solo algunos de los procesos, y se consideran los imprescindibles y más grandes:

Proceso	Necesidades de frio (kcal/día)
Q1 - Intercambiador	3.150.000,00
Q5 - Guarda	58.181,76
TOTAL	3.208.181,76

La potencia frigorífica del compresor teniendo en cuenta que este trabajará 18 horas al día será entonces:

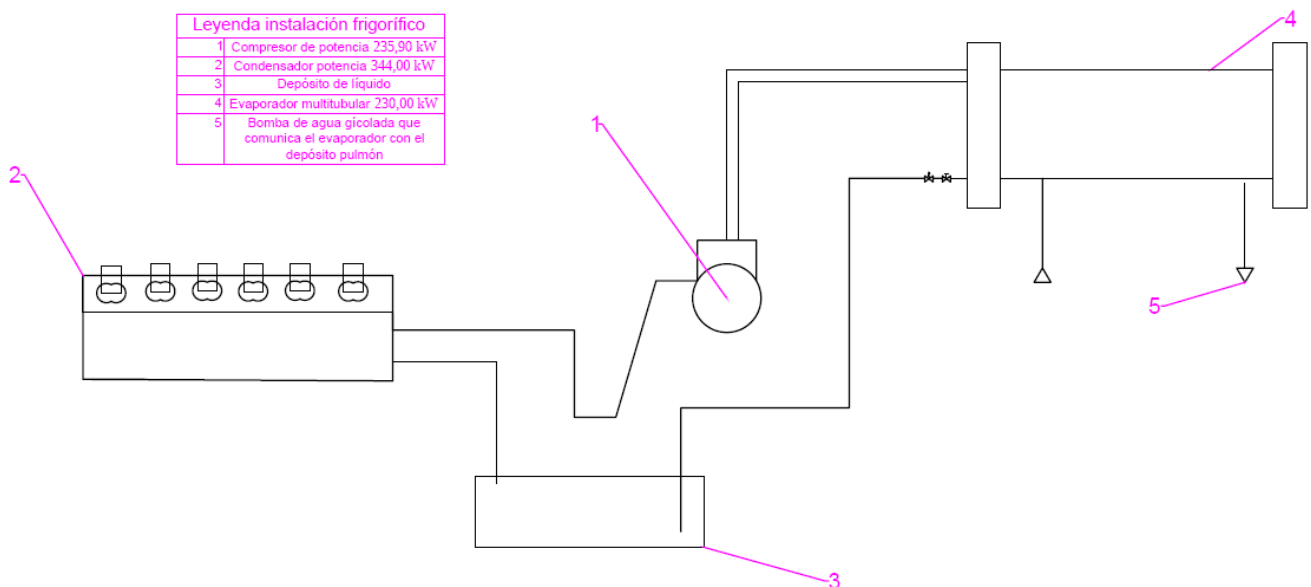
$$CTH = 3.208.181,76 / 18 = 178.232,32 \text{ kcal/h}$$

La potencia frigorífica requerida será:

$$\text{Potencia} = 178.232,32 \text{ kcal/h} \cdot 4,18 \text{ kJ} / 1 \text{ kcal} \cdot 1\text{h} / 3600\text{seg} = 206,94 \text{ J/seg} = 206,94 \text{ kW}$$

5. SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO

El sistema seleccionado para la instalación frigorífica al cual corresponde el presente anejo, es un sistema de expansión en evaporador tubular. El refrigerante se utilizará para refrigerar agua glicolada que circulará bañando los tubos del evaporador. Esta agua glicolada se almacenará en un depósito pulmón para dar respuesta a las necesidades de la industria.



5.1.SELECCIÓN DEL EVAPORADOR

Se va a emplear un evaporador multitubular de las características siguientes:

Características del evaporador	
Potencia (kW)	230
Caudal de agua nominal (m ³ /h)	41,1
Caudal de agua máximo (m ³ /h)	43
Refrigerante	R-134 ^a
Longitud (mm)	2620
Anchura (mm)	310

5.2.SELECCIÓN DEL COMPRESOR

Para la selección del compresor se van a tomar los siguientes datos previos:

- Temperatura de evaporación -5 °C
- Temperatura de condensación 40 °C

Por lo tanto, en base a los datos considerados y el resto de la instalación, se ha seleccionado el compresor al que corresponden las siguientes características:

Características del compresor	
Potencia frigorífica (kW)	235,90
Potencia consumida (kW)	69,2
Flujo de volumen de aceite (m ³ /h)	2,97
Método de refrigeración de aceite	Externo
Salida refrigerador de aceite (°C)	70,3
Motor recomendado (kW)	90
Refrigerante	R-134 a
Tipo de aceite	BSE170
Conexión aspiración	DN 100
Conexión descarga	DN 80
Presión máxima bajas / altas (bar)	19 / 28
Peso (kg)	340

5.3.SELECCIÓN DEL CONDENSADO

Para la selección del condensador se va a seguir el cálculo propuesto por el fabricante para la óptima selección de sus equipos, por lo tanto:

$$Q_n = Q_{ev} \cdot 15 / \Delta t \cdot F_c \cdot F_r \cdot F_a$$

Siendo:

Q_n: capacidad nominal

Q_{ev}: capacidad del evaporador

Δt: Diferencia de temperatura (T_c-T_{am})

F_c: Factor calor compresión

Fr: Factor refrigerante
Fa: Factor de altitud

- Fc: 1,35
- Fr (R-134-a): 1,07
- Fa: 1
- Δt : 15 °C

$$Q_n = 235,90 \text{ kW} \cdot 15/15 \cdot 1,35 \cdot 1,07 \cdot 1 = 340,75 \text{ kW}$$

En base a los cálculos realizados para el diseño de esta instalación frigorífica se ha optado por el condensador cuyas características se describen a continuación:

Características del condensador seleccionado

Modelo	VCN 344
Capacidad (kW)	344
Caudal de aire(m³/h)	84.000
Nivel sonoro (dB)	58
Ventiladores	
• r.p.m.	900
• kW	8,0
Superficie (m²)	1.019
Volumen interior (dm³)	98
Peso (kg)	745

5.4.SELECCIÓN DE RECIPIENTE DE LÍQUIDO

Para la selección del recipiente de líquido seguimos los siguientes datos de partida:

- Fc (Factor de corrección para R-134-a): 1,1
- Volumen de reservas de líquido: 300 dm³ (obtenido de una tabla del fabricante en función de la potencia frigorífica)

Características del recipiente de líquido seleccionado

Modelo	FS3102 Bitzer
Volumen (dm³)	320
Máxima carga de refrigerante R-134-a (kg)	353,1
Peso del recipiente (kg)	228
Diámetro conexión entrada (mm)	76

Diámetro conexión salida (mm)	54
--------------------------------------	----

5.5.SELECCIÓN DEL DEPÓSITO PULMÓN

El depósito pulmón seleccionado está totalmente construido de acero inoxidable y sirve para almacenar una cantidad de agua glicolada suficiente que permita que ésta continúe refrigerando la instalación durante las paradas de la máquina de frío evitando que tenga que ponerse de nuevo en funcionamiento inmediatamente, reduciendo así el número y la frecuencia de arranques y paradas de la máquina, lo que favorece el ahorro de energía y un menor desgaste de la misma.

Características del depósito pulmón

Material	Chapa de acero inoxidable calidad AISI 304
Aislante	Poliuretano inyectado de 50 mm de espesor
Recubrimiento exterior	Chapa inox de 1,5 mm, soldada y pulida
Tapa	Superior con purgador automático
Volumen (L)	300
Válvula interior de vaciado (pulgadas)	1

5.6.REFRIGERANTE UTILIZADO

El R-134a es un refrigerante HFC de cero potencial de destrucción del ozono y con propiedades muy similares al R-12. Es utilizado como un refrigerante puro en las aplicaciones que tradicionalmente usaban R-12 y como componente en mezclas de refrigerantes diseñadas para sustituir R-502 y R-22. Los fabricantes de compresores y sistemas ya tienen disponibles equipos que han sido diseñados específicamente para el R-134a. Pruebas de laboratorio y en el campo también han confirmado que el R-134a funciona bien como un sustituto para reconversiones en sistemas que usan R-12 y R-500.

Fórmula	C ₂ H ₂ F ₄
Peso Molecular	102 g/mol
Temperatura Ebullición a 1 b	-26.5°C
Presión Ebullición a 25°C	6.7 bar
Densidad Líquido	1206 (kg/m ³)
Temperatura Crítica	101.2°C
Presión Crítica	40.6 b
Calor Latente de Vaporización a bp	205.5 kJ/kg
ODP	0
WGP (CO₂)	1300
Punto de Inflamabilidad	no

El R- 134a es el mejor fluido que no afecta la capa de ozono para reemplazar el CFC-12. El R-134a tiene una temperatura crítica elevada, lo que permite que los sistemas enfriados por aire conserven altos niveles de rendimiento a altas temperaturas de condensación.

El R-134a se usa ampliamente en numerosas aplicaciones asegurando así su disponibilidad comercial en todo el mundo.

5.6.1. LUBRICACIÓN

La miscibilidad entre el refrigerante y el aceite es crítica para la mayor partes de los equipos. La miscibilidad es necesaria para asegurar el retorno de aceite al compresor.

El R-134a no es miscible con aceites minerales. Lubricantes del tipo polyolester (POE) y Glicoles polyalkalinos (PAG) son recomendados por los fabricantes de equipo para usar con el R-134a.

Los lubricantes POE y PAG son higroscópicos y absorben rápidamente la humedad del ambiente. Por ello deben ser manejados con cuidado para minimizar su exposición prolongada al aire ambiental.

Generalmente, los equipos nuevos son despachados por el fabricante ya con el lubricante adecuado previamente cargado en ellos. Siempre siga las recomendaciones del fabricante del equipo.

ANEJO XI – MEDICIONES Y PRESUPUESTO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo 1		Actuaciones previas			
Partida	Ud	Alquiler, durante 40 días naturales, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 10 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para la ejecución de fachada de 450 m².	1,000	545,56	545,56
Capítulo 1				545,56	545,56
Capítulo 2		Acondicionamiento del terreno			
Partida	m³	Desbroce y limpieza del terreno a máquina incluido su transporte a vertedero	5.390,000	2,60	14.014,00
		Uds.	Subtotal		
		110	5.390,000		
Partida	m³	Excavación en el terreno de consistencia media con medios mecánicos, incluido su transporte a vertedero, para pozos y zanjas de cimentación	83,650	8,00	669,20
Partida	m³	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado mediante equipo mecánico con compactador tándem autopulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.	624,000	22,61	14.108,64
		Uds.	Subtotal		
		1	624,000		
Partida	Ud	Arqueta de paso, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.	12,000	124,32	1.491,84
Partida	Ud	Arqueta de paso, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 60x60x55 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.	1,000	144,76	144,76
Partida	m	Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 250 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.	1,000	100,22	100,22
Partida	m	Colector enterrado de saneamiento, con arquetas (no incluidas en este precio), de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.	9,000	28,97	260,73
Partida	m	Colector enterrado de saneamiento, con arquetas (no incluidas en este precio), de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 250 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.	1,000	55,54	55,54
Capítulo 2				16.161,73	16.161,73

Capítulo 3		Cimentaciones			
Partida	m³	Pozo de cimentación de hormigón ciclópeo, realizado con hormigón HM-15/B/40/I fabricado en central y vertido desde camión, (60% de volumen) y bolos de piedra entre 80 y 150 mm de diámetro (40% de volumen).	72,000	63,42	4.566,24
			Uds.	Subtotal	
			20		
			20	72,000	
Capítulo 3				4.566,24	4.566,24
Capítulo 4		Estructuras			
Partida	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total.	20,000	20,03	400,60
Partida	kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	16.889,160	1,78	30.062,70
Capítulo 4				400,60	30.463,30
Capítulo 5		Pintura			
Partida	m²	Pintura al esmalte con dos manos de imprimación en carpintería metálica	34,200	9,85	336,87
Partida	m²	Pintura al temple liso con preparación de base y dos manos de color sobre yeso en paramentos verticales	1,900	30,18	57,34
Capítulo 5				57,34	394,21
Capítulo 6		Particiones			
Partida	m²	Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor.	457,600	20,17	9.229,79
Partida	Ud	Fijo lateral de acero galvanizado de dos hojas, 2000x2000 mm, acabado lacado en color blanco.	5,000	381,23	1.906,15
Partida	Ud	Puerta de paso de acero galvanizado de una hoja, 800x2045 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado, con rejillas de ventilación.	12,000	87,42	1.049,04
Partida	Ud	Puerta de paso de acero galvanizado de una hoja, 800x2045 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado, con rejillas de ventilación.	5,000	87,42	437,10
Capítulo 6				12.622,08	12.622,08

Capítulo 7		Saneamiento			
Partida	m	Tubería sanitaria de 150 mm para conectar colectores	45,000	15,60	702,00
Partida	m	Tubería sanitaria de 250 mm para conectar colectores	7,000	16,80	117,60
Partida	m	Tubería sanitaria de 150 mm para conectar arquetas interiores	45,000	15,60	702,00
Partida	m	Tubería sanitaria de 300 mm para conectar arquetas interiores	4,000	17,08	68,32
Partida	m	Tubería sanitaria de 250 mm para conectar arquetas interiores	9,000	16,08	144,72
Capítulo 7			0,00	1.734,64	
Capítulo 8		Cubiertas		25.372,81	25.372,81
Partida	m²	Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, con sistema de fijación oculto.	626,180	40,52	25.372,81
			Uds.	Subtotal	
			1	626,180	
Capítulo 8				25.372,81	25.372,81
Capítulo 9		Maquinaria e instalaciones			
Partida	Ud	Silos de volumen 10,77 m³, con una altura de 4,94 m	3,00	1.086,00	3.258,00
Partida	Ud	Bomba de transporte neumático para el sistema de transporte neumático que dota la recepción de malta y que proporciona malta a los molinos	1,00	350,00	350,00
Partida	Ud	Molinos de rodillo con un rendimiento unitario de 250 kg/h cada uno	2,00	1.560,00	3.120,00
Partida	Ud	Bomba de trasiego capaz de bombear 5.500 L/h y a una velocidad de giro de 1.500 r.p.m.	3,00	170,00	510,00
Partida	Ud	Filtro prensa de placas	1,00	380,00	380,00
Partida	Ud	Intercambiador de placas	1,00	380,00	380,00
Partida	Ud	Tanques de fermentación de 50 hL con un ángulo de cono de 60 °	3,00	860,00	2.580,00
	Ud	Tanque de levaduras de doble fondo inoxidable	1,00	230,00	230,00
Partida	Ud	Tanque de sacarificación y cocción con una capacidad unitaria de 50 hL y dotados de camisa capaz de recibir vapor para calentar el tanque	3,00	860,00	2.580,00
Partida	Ud	Tanque de guarda autovaciante de acero inoxidable calidad AISI 316 de 50 hL	9,00	580,00	5.220,00
Partida	Ud	Filtro final de 20 placas y dotado con una boma de 0,5 CV	1,00	240,00	240,00
Partida	Ud	Lavadora de botellas con una capacidad de 1.800 botellas/hora	1,00	3.400,00	3.400,00
Partida		Llenadora-taponadora con un saturador adaptado con rendimiento de 1.500 botellas/hora	1,00	12.590,00	12.590,00
Partida	Ud	Generador de vapor saturado de alta presión con sistema pirotubular, con una potencia de 175 a 3.200 kg/h y una presión máxima de diseño de hasta 16 bar	1,00	65.900,00	65.900,00
Partida	Ud	Etiquetadora autoadesiva con rendimiento de 1500 botellas/hora	1,00	7.300,00	7.300,00
Capítulo 9			0,00	108.038,00	

Capítulo 10		Instalacion contra incendios		0,00	0,00
Partida	Ud	Acometida a la red municipal de abastecimiento incluido su correspondiente válvula de cierre, arqueta de registro contador y llave de paso general instalada	1,00	549,00	549,00
Partida	Ud	Extintor con agente extintor para instalaciones de grado de riego intrínseco medio	3,00	120,00	360,00
Partida	Ud	Indicaciones para mostrar la dirección a seguir en caso de incendio, con pintura fluorescente	7,00	30,00	210,00
Capítulo 10				0,00	1.119,00
Capítulo 11		Instalación eléctrica		0,00	0,00
Partida	m	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm². Unipolar	1.130,00	1,70	1.921,00
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 75 mm	20,00	3,60	72,00
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	3,00	2,50	7,50
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 32 mm	20,00	4,12	82,40
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 25 mm	320,00	3,90	1.248,00
Partida	Ud	Fusible IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3,00	3,70	11,10
Partida	Ud	Magnetotérmico EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	2,00	7,63	15,26
Partida	Ud	Magnetotérmico EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	2,00	7,63	15,26
Partida	Ud	Magnetotérmico EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1,00	7,63	7,63
Partida	Ud	Diferencial IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	5,00	7,63	38,15
Partida	Ud	Aparato de medida contador de activa	1,00	21,00	21,00
Partida	m	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm². Unipolar	1.410,00	1,70	2.397,00
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 75 mm	20,00	3,60	72,00
Partida	m	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	262,00	3,50	917,00
Partida	Ud	Fusible IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3,00	3,70	11,10
Partida	Ud	Magnetotérmico EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	7,00	7,63	53,41
Partida	Ud	Diferencial IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	7,00	7,63	53,41
Partida	Ud	Aparato de medida contador de activa	1,00	21,00	21,00
Capítulo 11				0,00	6.964,22

Capítulo 12	Intalación frigorífica			0,00	0,00
Partida	Ud	Evaporador con una potencia de 230 kW	1,00	830,00	830,00
Partida	Ud	Compresor con una potencia de 235 kW	1,00	4.698,00	4.698,00
Partida	Ud	Condensador con una potencia de 344 kW	1,00	2.597,00	2.597,00
Partida	Ud	Recipiente de líquido con una capacidad de 320 dm ³	1,00	1.200,00	1.200,00
Partida	Ud	Depósito pulmón con un volumen de 300 L	1,00	6.611,00	6.611,00
Capítulo 11				0,00	15.936,00

Resumen de capítulos

Capítulo 1 – Actuaciones previas	545,56
Capítulo 2 – Acondicionamiento del terreno	16.161,73
Capítulo 3 – Cimentaciones	4.566,24
Capítulo 4 – Estructuras	30.463,30
Capítulo 5 – Pinturas	394,21
Capítulo 6 – Particiones	12.622,08
Capítulo 7 – Saneamiento	1.734,64
Capítulo 8 – Cubiertas	25.372,81
Capítulo 9 – Maquinaria e instalaciones	108.038,00
Capítulo 10 – Instalación contra incendios	1.119,00
Capítulo 11 – Instalación eléctrica	6.964,22
Capítulo 12 – Instalación frigorífica	15.936,00
Total	223.917,79

A dicha cantidad habrá que sumarle los porcentajes de GASTOS GENERALES, GASTOS FINANCIEROS Y CARGAS FISCALES que significan entre un 12-20% (15%) del mismo y además también se le sumará el 6 % correspondiente al BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA, dicho sumatorio recibe el nombre de PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

Presupuesto de ejecución por contrata

PRESUPUESTO TOTAL DE	21 %	TOTAL
EJECUCIÓN MATERIAL (€)		
223.917,79	47.022,73	270.940,52

También se considerarán los HONORARIOS POR PROYECTO Y DIRECCIÓN que se acuerdan como un 8 % del PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL, danto finalmente.

Honorarios por proyecto y dirección

PRESUPUESTO TOTAL DE	8 % (€)	Presupuesto de ejecución por contrata + Honorarios por proyecto y dirección
EJECUCIÓN MATERIAL (€)		
223.917,79	17.913,42	288.853,94

Por lo tanto el presupuesto total de las obras:

288.853,94 €

ANEJO X – ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Es objeto de este anejo la realización del análisis de la inversión del presente proyecto. Para ello se estimarán dos tipos de financiación: propia y ajena: se compararán ambas posibilidades para así hallar la más rentable. Al mismo tiempo se analizarán varios escenarios para prever diferentes posibles condiciones futuras.

2. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

3. PRODUCCIÓN

El presente proyecto se ha diseñado para una producción anual de 7.350 hL/año de cerveza, pero la venta y distribución se realizará en unidades de 0,33L. Por lo tanto:

Producción anual (L)	Capacidad unidad de venta (L)	Unidades de venta producidas al año
735.000	0,33	2.227.273

4. COSTES DEL PROYECTO

4.1. COSTES DE INVERSIÓN INICIAL

El valor del presupuesto general, el cual se encuentra detallado en el anejo X relativo a Mediciones y Presupuestos, se describe de forma resumida en las siguientes tablas:

Resumen de capítulos	
Capítulo 1 – Actuaciones previas	545,56
Capítulo 2 – Acondicionamiento del terreno	16.161,73
Capítulo 3 – Cimentaciones	4.566,24
Capítulo 4 – Estructuras	30.463,30
Capítulo 5 – Pinturas	394,21
Capítulo 6 – Particiones	12.622,08
Capítulo 7 – Saneamiento	1.734,64
Capítulo 8 – Cubiertas	25.372,81
Capítulo 9 – Maquinaria e instalaciones	108.038,00
Capítulo 10 – Instalación contra incendios	1.119,00
Capítulo 11 – Instalación eléctrica	6.964,22
Capítulo 12 – Instalación frigorífica	15.936,00
Total (Presupuesto de ejecución por contrata)	223.917,79

Presupuesto de ejecución por contrata

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)	21 %	TOTAL
223.917,79	47.022,73	270.940,52

Honorarios por proyecto y dirección

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)	8 % (€)	Presupuesto de ejecución por contrata + Honorarios por proyecto y dirección (€)
223.917,79	17.913,42	288.853,94

4.2. COSTES DE REPOSICIÓN

Se considera la vida útil de la maquinaria de producción y de la instalación frigorífica de 12 años.

Vida útil (años)	Maquinaria	Valor inicial	Subida %	IMPORTE (€)
12	Producción (50%)	54.019,00	1,50	54.829,28
12	Instalación frigorífica (50%)	7.968,00	1,50	8.087,52
		TOTAL		62.916,80

4.3. COSTES DE EXPLOTACIÓN

4.3.1. MANO DE OBRA

La mano de obra necesaria para la explotación del proyecto, se resume en la siguiente tabla:

Posición	Salario anual (€)	Nº de empleados	TOTAL (€)
Director técnico	24.000,00	1	24.000,00
Operarios de planta	17.500,00	2	35.000,00
		SUBTOTAL	59.000,00
	Seguridad social	23,60 %	13.924,00
	Desempleo	6,00 %	3.540
	FOGASA	0,40 %	236
	F. profesional	0,60 %	354
		TOTAL	77.054,00

4.3.2. LÚPULO

Se calcula que se requieren 150 g/hL de cerveza, por lo tanto:

hL/año	gLúpulo/hL	Total lúpulo (kg)	€/kg	Importe (€)
7.350	150	1.102,5	3,20	3.528,00

4.3.3. ENVASES

Como envases se emplearán botellas de 0,33 L, se estima el coste anual en esta materia prima y se mayorará en un 5 % teniendo en cuenta posibles roturas y pérdidas.

Unidades de venta producidas al año	Precio por botella (€)	Importe (€)
2.227.273	0,24	534.545,52
	5 %	10.690,91
	TOTAL	545.236,43

4.3.4. TAPONES CORONA

Unidades de venta producidas al año	Precio por botella (€)	Importe (€)
2.227.273	0,24	534.545,52

4.3.5. ETIQUETAS

Unidades de venta producidas al año	Precio por etiqueta (€)	Importe (€)
2.227.273	0,005	11.136,36

4.3.6. MALTA DE CEBADA

L/año	kg(malta)/L	Total malta (kg)	€/kg	Importe (€)
735.000	1	735.000	0,37	271.950

4.3.7. LEVADURA

Como se pretende recuperar la levadura después de cada fermentación, motivo por el cual se incorporado en la instalación un tanque de levaduras, además la empresa pretende cultivar sus propias levaduras; por ello no se tiene en cuenta ningún gasto en este apartado.

4.3.8. ENERGÍA ELÉCTRICA

Litros cerveza/año	kWh /Litros cerveza	Total kWh	€/kWh	Importe (€)
735.000	0,15	110250	0,15	16.537,50

4.3.9. GAS-OIL

El gas-oil será consumido por la caldera de vapor y tal como se indica en el anejo correspondiente a la caldera, el máximo consumo estimado sería de 452,88 kg/semana, por lo tanto al año:

$$452,88 \text{ kg/semana} \cdot 0,95 \text{ kg/L} = 430,23 \text{ L/semana}$$

$$430,23 \text{ L/semana} \cdot 48 \text{ semanas/año} = 20.651,32 \text{ L/año}$$

$$20.651,32 \text{ L/año} \cdot 1,30 \text{ €/L} = 26.846,72 \text{ €/año}$$

4.3.10. AGUA

Contando la cantidad de agua empleada para la cerveza, limpieza e instalaciones se estima un gasto de 3,00 L de agua por cada litro de cerveza producida. Así pues:

Litros cerveza/año	Litros agua /Litros cerveza	Total agua (m ³)	€/m ³	Importe (€)
735.000	3,00	2.205,00	0,32	705,6

4.4. COSTES EXTRAORDINARIOS

Se considera como costes extraordinarios la necesidad de un préstamo por financiación ajena, para el cual se recurrirá a una entidad financiera. Los datos relativos al a las características del préstamo se muestran a continuación:

Características del préstamo					
Plazo (años)	12				
Tipo de cuota	Amortización constante				
Importe (€)	200.000				
Interés anual (%)	3,75				

Periodo	Capital inicial	Intereses	Capital amortizado	Capital Amortizado + Intereses	Capital final
1	200.000,00 €	7.500,00 €	16.666,67 €	24.166,67 €	183.333,33 €
2	183.333,33 €	6.875,00 €	16.666,67 €	23.541,67 €	166.666,67 €
3	166.666,67 €	6.250,00 €	16.666,67 €	22.916,67 €	150.000,00 €
4	150.000,00 €	5.625,00 €	16.666,67 €	22.291,67 €	133.333,33 €
5	133.333,33 €	5.000,00 €	16.666,67 €	21.666,67 €	116.666,67 €
6	116.666,67 €	4.375,00 €	16.666,67 €	21.041,67 €	100.000,00 €
7	100.000,00 €	3.750,00 €	16.666,67 €	20.416,67 €	83.333,33 €
8	83.333,33 €	3.125,00 €	16.666,67 €	19.791,67 €	66.666,67 €
9	66.666,67 €	2.500,00 €	16.666,67 €	19.166,67 €	50.000,00 €
10	50.000,00 €	1.875,00 €	16.666,67 €	18.541,67 €	33.333,33 €
11	33.333,33 €	1.250,00 €	16.666,67 €	17.916,67 €	16.666,67 €
12	16.666,67 €	625,00 €	16.666,67 €	17.291,67 €	0,00 €

5. BENEFICIOS DEL PROYECTO

5.1. COBROS ORDINARIOS

Los cobros ordinarios se deben a la venta de producto terminado. Los ingresos anuales por este concepto, se van a calcular para diferentes posibles precios y se detallan en la siguiente tabla:

Unidades/año	€/Unidad	Importe (€)
2.227.273	1,50	3.340.909,50
	1,20	2.672.727,60
	1,00	2.227.273,00
	0,80	1.781.818,40
	0.70	1.559.091,10

5.2. COBROS EXTRAORDINARIOS

Los cobros extraordinarios se deben a los ingresos debidos al valor residual de la maquinaria e instalaciones, en el año en que sean sustituidas.

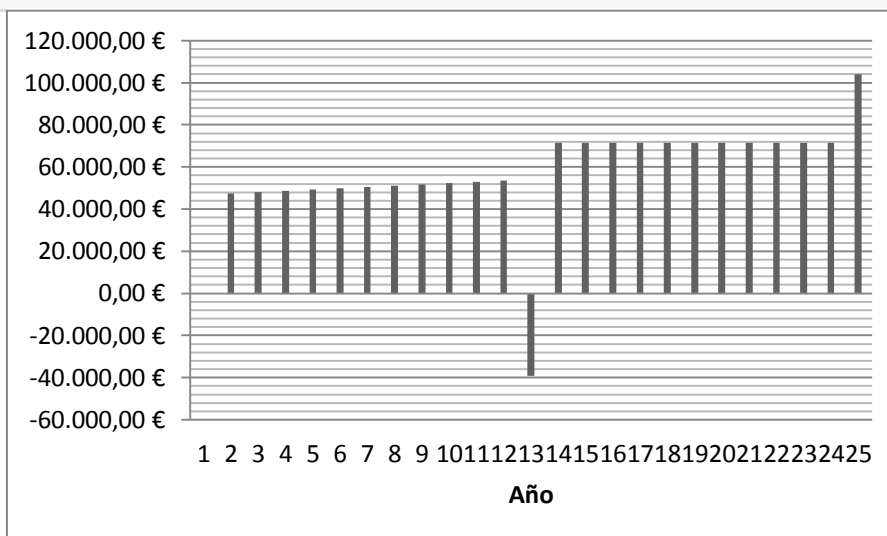
Valor residual maquinaria e instalaciones				
Año	A renovar	Valor residual (%)	Base	Importe
12	Maquinaria	12	108.038,00 €	12.964,56 €
12	Instalación frigorífica	10	15.936,00 €	1.593,60 €
TOTAL				14.558,16 €

Al mismo tiempo se considera el préstamo como un cobro extraordinario que será recibido en el año 1.

6. FLUJOS DE CAJA

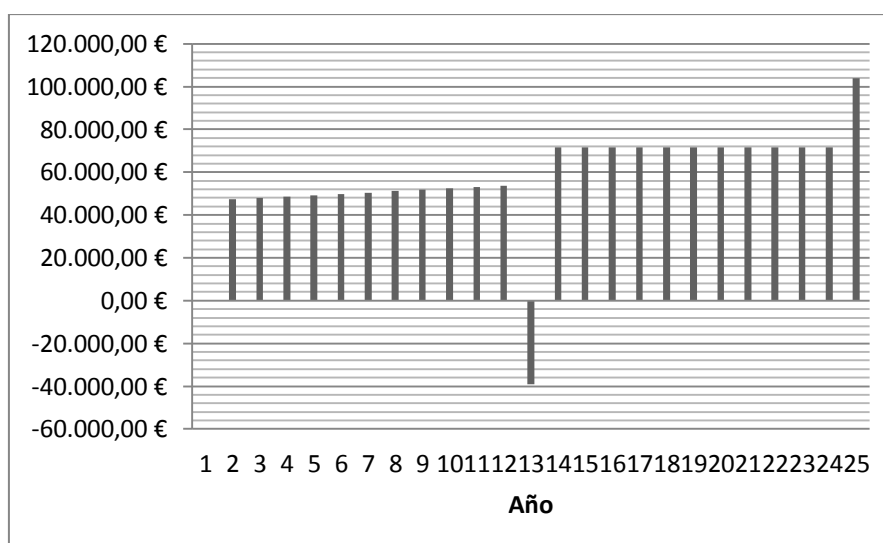
6.1.CASO 1 CON PRECIO 1,00 € UNIDAD

Año	Inversión inicial	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Flujos de caja
0	-288.853,94 €		200.000,00 €		88.853,94 €	0,00 €
1		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-24.166,67 €	715.566,20 €
2		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-23.541,67 €	716.191,20 €
3		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-22.916,67 €	716.816,20 €
4		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-22.291,67 €	717.441,20 €
5		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-21.666,67 €	718.066,20 €
6		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-21.041,67 €	718.691,20 €
7		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-20.416,67 €	719.316,20 €
8		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-19.791,67 €	719.941,20 €
9		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-19.166,67 €	720.566,20 €
10		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-18.541,67 €	721.191,20 €
11		2.227.273,00		-1.487.540,13 €	-17.916,67 €	721.816,20 €
12		2.227.273,00	14.558,16 €	-1.487.540,13 €	-125.329,67 €	628.961,36 €
13		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
14		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
15		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
16		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
17		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
18		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
19		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
20		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
21		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
22		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
23		2.227.273,00		-1.487.540,13 €		739.732,87 €
24		2.227.273,00	32.425,76 €	-1.487.540,13 €		772.158,63 €



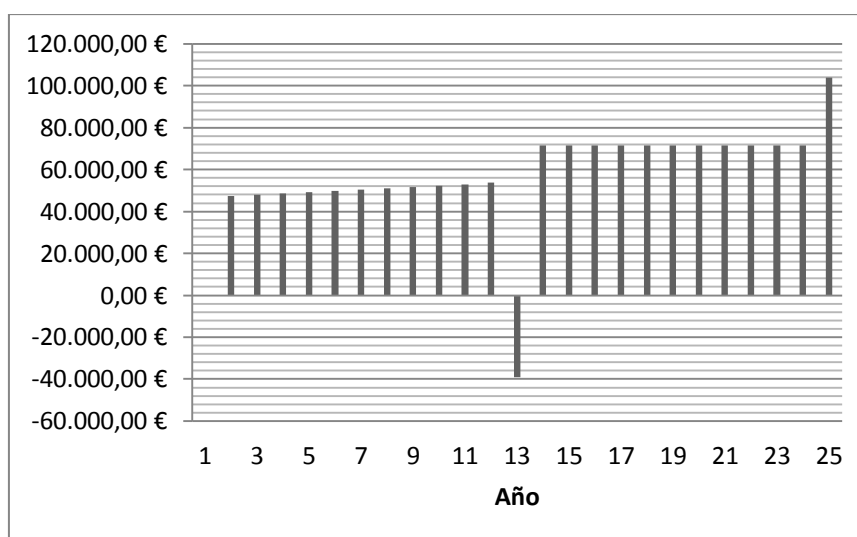
6.2.CASO 2 CON PRECIO POR UNIDAD DE 0,90€

Año	Inversión inicial	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Flujos de caja
0	-288.853,94 €		200.000,00 €		88.853,94 €	0,00 €
1		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-24.166,67 €	492.838,90 €
2		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-23.541,67 €	493.463,90 €
3		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-22.916,67 €	494.088,90 €
4		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-22.291,67 €	494.713,90 €
5		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-21.666,67 €	495.338,90 €
6		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-21.041,67 €	495.963,90 €
7		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-20.416,67 €	496.588,90 €
8		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-19.791,67 €	497.213,90 €
9		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-19.166,67 €	497.838,90 €
10		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-18.541,67 €	498.463,90 €
11		2.004.545,70		-1.487.540,13 €	-17.916,67 €	499.088,90 €
12		2.004.545,70	14.558,16 €	-1.487.540,13 €	-125.329,67 €	406.234,06 €
13		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
14		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
15		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
16		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
17		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
18		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
19		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
20		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
21		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
22		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
23		2.004.545,70		-1.487.540,13 €		517.005,57 €
24		2.004.545,70	32.425,76 €	-1.487.540,13 €		549.431,33 €



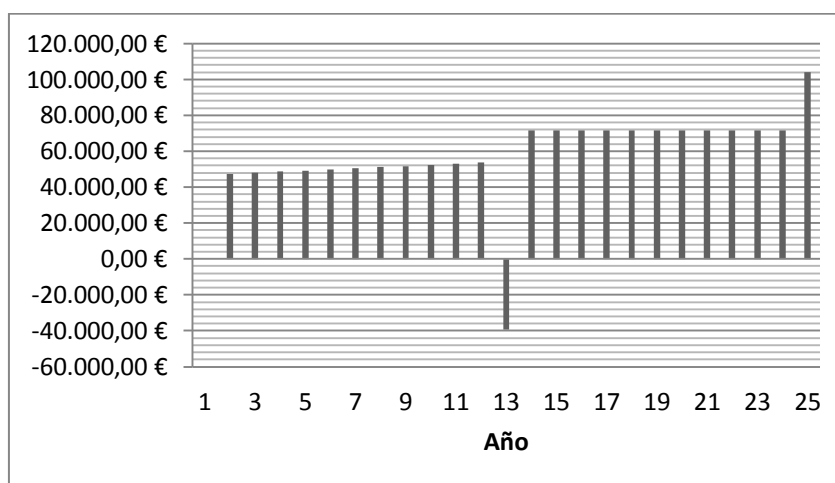
6.3.CASO 3 CON PRECIO POR UNIDAD DE 0,80 €

Año	Inversión inicial	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Flujos de caja
0	-288.853,94 €		200.000,00 €		88.853,94 €	0,00 €
1		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-24.166,67 €	270.111,60 €
2		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-23.541,67 €	270.736,60 €
3		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-22.916,67 €	271.361,60 €
4		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-22.291,67 €	271.986,60 €
5		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-21.666,67 €	272.611,60 €
6		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-21.041,67 €	273.236,60 €
7		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-20.416,67 €	273.861,60 €
8		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-19.791,67 €	274.486,60 €
9		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-19.166,67 €	275.111,60 €
10		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-18.541,67 €	275.736,60 €
11		1.781.818,40		-1.487.540,13 €	-17.916,67 €	276.361,60 €
12		1.781.818,40	14.558,16 €	-1.487.540,13 €	-125.329,67 €	183.506,76 €
13		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
14		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
15		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
16		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
17		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
18		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
19		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
20		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
21		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
22		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
23		1.781.818,40		-1.487.540,13 €		294.278,27 €
24		1.781.818,40	32.425,76 €	-1.487.540,13 €		326.704,03 €



6.4.CASO 4 CON PRECIO POR UNIDAD DE 0,70 €

Año	Inversión inicial	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Flujos de caja
0	-288.853,94 €		200.000,00 €		88.853,94 €	0,00 €
1		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-24.166,67 €	47.384,30 €
2		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-23.541,67 €	48.009,30 €
3		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-22.916,67 €	48.634,30 €
4		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-22.291,67 €	49.259,30 €
5		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-21.666,67 €	49.884,30 €
6		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-21.041,67 €	50.509,30 €
7		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-20.416,67 €	51.134,30 €
8		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-19.791,67 €	51.759,30 €
9		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-19.166,67 €	52.384,30 €
10		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-18.541,67 €	53.009,30 €
11		1.559.091,10		-1.487.540,13 €	-17.916,67 €	53.634,30 €
12		1.559.091,10	14.558,16 €	-1.487.540,13 €	-125.329,67 €	-39.220,54 €
13		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
14		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
15		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
16		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
17		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
18		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
19		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
20		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
21		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
22		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
23		1.559.091,10		-1.487.540,13 €		71.550,97 €
24		1.559.091,10	32.425,76 €	-1.487.540,13 €		103.976,73 €



7. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

7.1. INDICADORES DE RENTABILIDAD

En este apartado se va a calcular el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) de esta inversión.

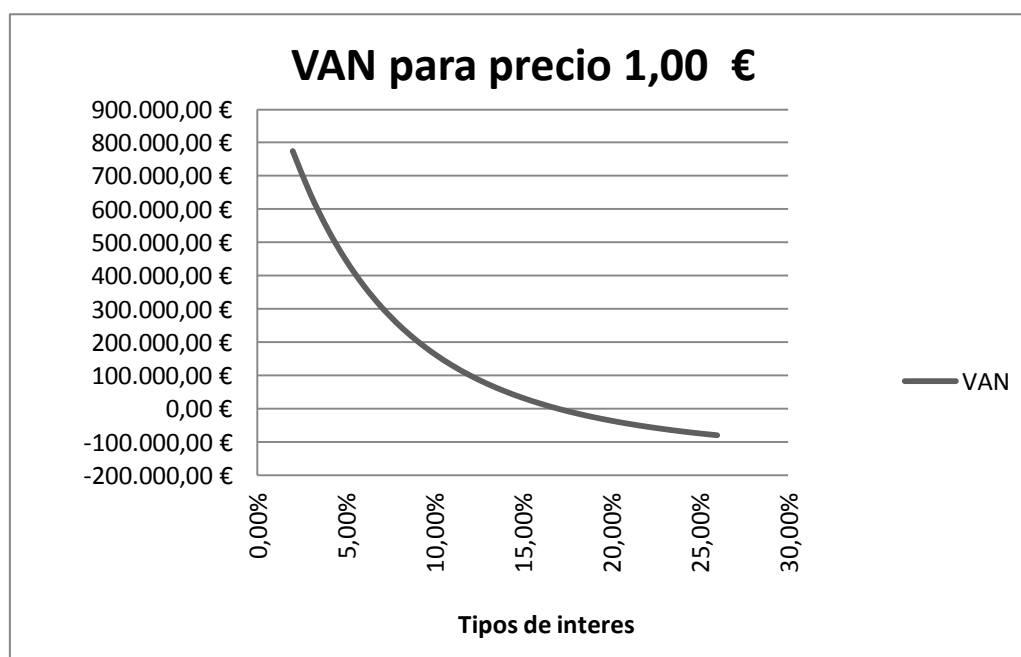
El VAN pretende comparar lo que se invierte o se gasta en la inversión, con lo que recibe de ella. La TIR nos da la tasa interna de retorno de los flujos de caja. Los flujos de caja deben ocurrir en intervalos regulares, como en este caso que son años. La TIR está íntimamente relacionada con el VAN, pues es el tipo de interés correspondiente a un VAN(Valor Actual Neto)=0.

El Van determina si el proyecto obtiene más o menos que la tasa de retorno deseada (lo que también se conoce como tasa crítica de rentabilidad y resulta útil para determinar si un proyecto va a ser rentable. La TIR va un paso más allá que el VAN a la hora de determinar la tasa de retorno concreta de un proyecto. Tanto el VAN como la TIR proporcionan cifras para poder comparar el proyecto.

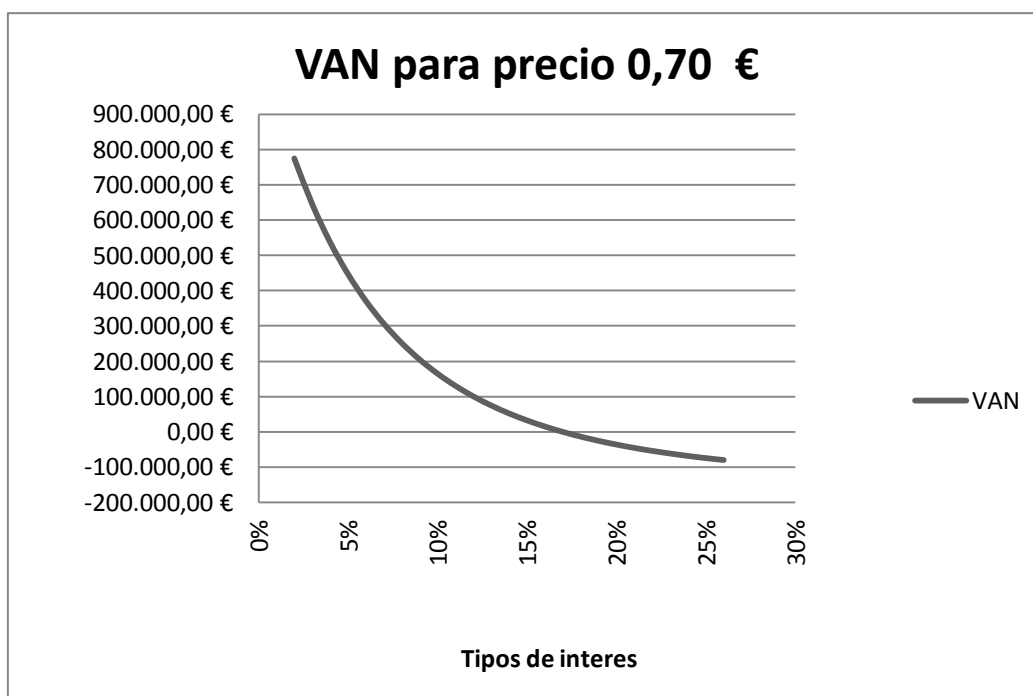
Como el factor fundamental para determinar la viabilidad de la inversión son los flujos de caja y estos, siendo los costes fijos, vienen determinados por el precio al que se venda el producto, por lo tanto se hace un análisis teniendo en cuenta diferentes precios.

PRECIOS	COBROS	TIR
1,00 €	2227273,00	248,00%
0,90 €	2004545,70	171,00%
0,80 €	1781818,40	94,00%
0,70 €	1559091,10	17,00%

7.1.1. ANÁLISIS DEL VAN PARA UN PRECIO POR UNIDAD DE 1,00 €



7.1.2. ANÁLISIS DEL VAN PARA UN PRECIO POR UNIDAD DE 0,70 €



8. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se extraen del presente análisis de inversión son:

- El precio más bajo por el que se puede vender el producto para que el proyecto sea rentable es de 0,70 € por unidad producida, es decir por cada botella de 0,33 L.
- El proyecto es viable ya que el VAN es superior a 0 y la TIR más pequeña es superior al máximo interés bancario considerado.

ANEJO XI – PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1.-OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando la importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

ARTÍCULO 2.-OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

ARTÍCULO 3.-DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

ARTÍCULO 4.-COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

ARTÍCULO 5.-DIRECTOR DE LA OBRA.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director o sus subalternos puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

ARTÍCULO 6.-DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley aprobado por Decreto 3354/1967 de 28 de Diciembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Normas Básicas (NBE) y tecnologías de Edificación (NTE).
- Instrucción EHE-99 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio General del M.O.P.U.

- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de Octubre de 1.966.

CAPITULO II: CONDICIONES DE INDOLE TECNICA

ARTÍCULO 7.- REPLANTEO

Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y con presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo. Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante. El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

ARTÍCULO 8.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos. Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE-AD “Acondicionamiento del terreno”.
- NTE-AD “Explanaciones”.
- NTE-ADV “Vaciados”.
- NTE-ADZ “Zanjas y pozos”.

ARTÍCULO 9.- RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a las prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en el documento básico HS del Código Técnico de la Edificación.

ARTÍCULO 10.- CIMENTACIONES.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en la norma DB-SE-C que corresponde al documento básico de seguridad estructural relativo a las cimentaciones del Código Técnico de la Edificación

ARTÍCULO 11.- FORJADOS

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados autoresistentes armados de acero o de cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en la norma DB-SE-C que corresponde al documento básico de seguridad estructural relativo a las cimentaciones del Código Técnico de la Edificación EAF.

ARTÍCULO 12.- HORMIGONES

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

ARTÍCULO 13.- ACERO LAMINADO

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se fija las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adoptan lo establecido en la norma DB-SE-A que corresponde al documento básico de seguridad estructural relativo a las estructuras de acero del Código Técnico de la Edificación

ARTÍCULO 14.- CUBIERTAS Y COBERTURAS

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con tejas o plaquetas de fibrocemento, tejas cerámicas o de cemento, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: “Cubiertas. Tejados de fibrocemento”.
- NBE-MV-301/1.970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2.085/86 de 12 de septiembre).

ARTÍCULO 15.- ALBAÑILERIA

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón o ladrillo, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimiento de paramentos, suelos, escalera y techos. Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipo de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFI: “Fachadas de ladrillo”.
- NTE-EFL: “Estructuras de fábrica de ladrillo”.
- NTE-RPA: “Revestimiento de paramentos. Alicatados”.
- NTE-RPE: “Revestimientos de paramentos. Enfoscado”.
- NTE-RPG: “Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos”.
- NTE-RPP: “Revestimiento de paramentos. Pintadas”.
- NTE-RPR: “Revestimiento de paramentos. Revocos”.
- NTE-RSP: “Revestimiento de suelos y escaleras. Placas”.
- NTE-RTC: “Revestimiento de techos. Continuos”.
- NTE-PTL: “Tabiques de ladrillo”.

ARTÍCULO 16.-CARPINTERIA Y CERRAJERIA

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: “Puertas de acero”.
- NTE-PPM: “Puertas de madera”.

ARTÍCULO 17.- AISLAMIENTOS

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación de aislamiento estarán de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CB/79 sobre condiciones térmicas de los edificios que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

ARTÍCULO 18.- RED VERTICAL DE SANEAMIENTO

Se refiere el presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa aséptica, pozo de filtración o equipo de depuración así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

- NTE-ISS: “Instalaciones de salubridad y saneamiento”.
- NTE-ISD: “Depuración y vertido”.
- NTE.ISA: “Alcantarillado”.

ARTÍCULO 19.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión de 2002 y Normas MBT complementarias. Asimismo se adoptarán las diferentes condiciones previstas en las normas:

- NTE-IEB: “Instalación eléctrica de baja tensión”.

- NTE-IEE: “Alumbrado exterior”.
- NTE-IEI: “Alumbrado interior”.
- NTE-IEP: “Puesta a tierra”.
- NTE-IER: “Instalaciones de electricidad Red Exterior”.

ARTÍCULO 20.- INSTALACIONES DE FONTANERÍA

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NTE-IFA: “Instalaciones de fontanería”.
- NTE-IFC: “Instalaciones de fontanería. Agua caliente”.
- NTE-IFF: “Instalaciones de fontanería. Agua fría”.

ARTÍCULO 21.- INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Se refiere el presente artículo a las instalaciones de ventilación, refrigeración y calefacción.

Se adoptarán las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las normas:

- NTE-ID: “Instalaciones de depósitos”.
- Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. (R.D.1618/1.980 de 4 de Julio).

ARTÍCULO 22.- INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución de los materiales, de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE.IPP: “Protección contra el fuego”, y anejo nº 6 de la EH.82.

ARTÍCULO 23.- OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

EPÍGRAFE I.- OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

ARTÍCULO 24.- REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

ARTÍCULO 25.- RESIDENCIA DEL CONTRATISTA

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de la ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia.

Designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

ARTÍCULO 26.- RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCION

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima

oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

ARTÍCULO 27.- DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

ARTÍCULO 28.-COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPÍGRAFE II.- TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

ARTÍCULO 29.- LIBRO DE ÓRDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

ARTÍCULO 30.- COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7. El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año. El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

ARTÍCULO 31.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales de índole Técnica” del “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no la hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

ARTÍCULO 32.- TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá con lo establecido en el artículo 34.

ARTÍCULO 33.- OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán a cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

ARTÍCULO 34.- MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista,

las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra. Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. Antes indicados serán a cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliego o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 35.- MEDIOS AUXILIARES

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuesto determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución. Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. Y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

EPÍGRAFE III.- RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

ARTÍCULO 36.- RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente y comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía que se considerará de tres meses. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Después de realizar un escrupuloso reconocimiento de la obra y se estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se le entregará al Contratista.

ARTÍCULO 37.- PLAZO DE GARANTIA

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

ARTÍCULO 38.- CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que le Ingeniero Director fije. Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas". El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

ARTÍCULO 39.- RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego. Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

ARTÍCULO 40.- LIQUIDACIÓN FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 41.- LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

EPÍGRAFE IV.- FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

ARTÍCULO 42.- FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por si o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONOMICA

EPÍGRAFE I.- BASE FUNDAMENTAL

ARTÍCULO 43.- BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

EPÍGRAFE II.- GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

ARTÍCULO 44.- GARANTÍAS

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personal, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato, dichas referencias las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

ARTÍCULO 45.- FIANZAS

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% de presupuesto de las obras adjudicadas.

ARTÍCULO 46.- EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo

ARTÍCULO 47.- DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él

por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPÍGRAFE III.-PRECIOS Y REVISIONES

ARTÍCULO 48.- PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse. Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio. Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto. La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo, ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director, y a concluirla a satisfacción de éste.

ARTÍCULO 49.- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en Indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

ARTÍCULO 50.- REVISIÓN DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado. Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de Comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación no estuviese conforma con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. Adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforma con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. Concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al perpetuado en los casos de revisión por alza de precios.

ARTÍCULO 51.- ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda clase de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad de obra también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

EPÍGRAFE IV.- VALORACIÓN Y ABONADO DE LOS TRABAJOS

ARTÍCULO 52.- VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fija en correspondiente presupuesto. La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

ARTÍCULO 53.- MEDICIONES PARCIALES FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminada las obras con precisa asistencia del Contratista. En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

ARTÍCULO 54.- EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

ARTÍCULO 55.- VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

ARTÍCULO 56.- CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulte de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo documento, y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales intervenidos en la obra, a cuyo efecto deberá presente el Contratista los comprobantes que se exigen

ARTÍCULO 57.- PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

ARTÍCULO 58.- SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos, ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

ARTÍCULO 59.- INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista pro causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

ARTÍCULO 60.- INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se consideran como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

- Los producidos por vientos huracanados, mares y crecida de los ríos superiores a las que se sean de prever el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V.- VARIOS

ARTÍCULO 61.- MEJORAS DE OBRA

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

ARTÍCULO 62.- SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del Propietario para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de la cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero eso en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

CAPITULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

ARTÍCULO 63.- JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario. El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. (La memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto). El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de linde y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realizan durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director. El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

ARTÍCULO 64.- ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que unas disposiciones vigentes

preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los preciso contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras. El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

ARTÍCULO 65.- PAGOS DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

ARTÍCULO 66.- CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del contratista..
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos, derecho a indemnización alguna.

- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.
 - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada, y en todo caso siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El cumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- El abonado de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Este Pliego de Condiciones, consta de 22 páginas, es suscrito en prueba de conformidad por la Propiedad y el Contratista en cuadruplicado ejemplar, uno para cada una de las partes, el tercero, para el Ingeniero Director y el cuarto para el expediente del Proyecto depositado en el colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia, el cual conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

En, Cartagena, septiembre de 2014

**Carlos García Ortiz
El Ingeniero Agrónomo**

ANEJO XII – ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

3.1.MOVIMIENTOS DE TIERRAS, CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

Para los movimientos de tierras se identifican riesgos y al mismo tiempo las medidas preventivas a emplear junto con las protecciones individuales, todo ello se resume en la siguiente tabla:

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de los operarios al mismo nivel • Caídas de los operarios al interior de la excavación • Caídas de objetos sobre operarios • Caídas de materiales transportados • Choques o golpes contra objetos • Atrapamiento y aplastamientos por partes móviles de la maquinaria • Lesiones y/o cortes en manos y pies • Sobreesfuerzos • Ruido, contaminación acústica • Vibraciones • Ambiente pulverulento • Cuerpos extraños en los ojos • Contactos eléctricos directos e indirectos • Ambientes pobres en oxígeno • Inhalación de sustancias tóxicas • Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes • Condiciones meteorológicas adversas • Trabajos en zonas húmedas o mojadas • Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria • Desplome, desprendimientos, hundimientos del terreno • Contagios por lugares insalubres • Explosiones e incendios 	<ul style="list-style-type: none"> • Talud natural del terreno • Limpieza de bolos y viseras • Apuntalamientos, apeos • Achique de aguas • Barandillas en borde de excavación • Tableros o planchas en huecos horizontales • Separación tránsito de vehículos y operarios • No permanecer en radio de acción de máquinas • Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria • Protección partes móviles maquinaria • Cabinas o pórticos de seguridad • No acopiar materiales junto borde excavación • Conservación adecuada vías de circulación • Vigilancia edificios colindantes • No permanecer bajo frente excavación • Distancia de seguridad líneas eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Botas de seguridad impermeables • Guantes de lona y piel • Guantes impermeables • Gafas de seguridad • Protectores auditivos • Cinturón de seguridad • Cinturón antivibratorio • Ropa de trabajo • Traje de agua (impermeable)

3.2. CUBIERTAS PLANAS, ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS

Para la instalación de cubiertas, trabajos de albañilería y cerramientos se identifican riesgos y al mismo tiempo las medidas preventivas a emplear junto con las protecciones individuales, todo ello se resume en la siguiente tabla:

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de los operarios al mismo nivel • Caídas de los operarios al interior de la excavación • Caídas de objetos sobre operarios • Caídas de materiales transportados • Choques o golpes contra objetos • Atrapamiento y aplastamientos por partes móviles de la maquinaria • Lesiones y/o cortes en manos y pies • Sobreesfuerzos • Ruido, contaminación acústica • Vibraciones • Ambiente pulverulento • Cuerpos extraños en los ojos • Contactos eléctricos directos e indirectos • Ambientes pobres en oxígeno • Inhalación de sustancias tóxicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Marquesinas rígidas • Barandillas • Paso o pasarelas • Redes verticales • Redes horizontales • Andamios de seguridad • Malazos • Tableros o planchas en huecos horizontales • Escaleras auxiliares adecuadas • Escalera de acceso peldañeada y protegida • Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas • Plataformas de descarga de material • Evacuación de escombros • Limpieza de las zonas de trabajo y tránsito • Habilitar caminos de circulación • Andamios adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Botas de seguridad impermeables • Guantes de lona y piel • Guantes impermeables • Gafas de seguridad • Protectores auditivos • Cinturón de seguridad • Cinturón antivibratorio • Ropa de trabajo • Traje de agua (impermeable)

3.3. TERMINACIONES E INSTALACIONES

Para trabajos de terminaciones e instalaciones presentes en este proyecto se identifican riesgos y al mismo tiempo las medidas preventivas a emplear junto con las protecciones individuales, todo ello se resume en la siguiente tabla:

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de los operarios al mismo nivel • Caídas de los operarios al interior de la excavación • Caídas de objetos sobre operarios • Caídas de materiales transportados • Choques o golpes contra objetos • Atrapamiento y aplastamientos por partes móviles de la maquinaria • Lesiones y/o cortes en manos y pies • Sobreesfuerzos • Ruido, contaminación acústica • Vibraciones • Radiaciones y derivados de soldadura • Quemaduras • Derivados del acceso al lugar de trabajo • Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Marquesinas rígidas • Barandillas • Paso o pasarelas • Redes verticales • Redes horizontales • Andamios de seguridad • Malazos • Tableros o planchas en huecos horizontales • Escaleras auxiliares adecuadas • Escalera de acceso peldañeada y protegida • Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas • Plataformas de descarga de material • Evacuación de escombros • Limpieza de las zonas de trabajo y tránsito • Habilitar caminos de circulación • Andamios adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Botas de seguridad impermeables • Guantes de lona y piel • Guantes impermeables • Gafas de seguridad • Protectores auditivos • Cinturón de seguridad • Cinturón antivibratorio • Ropa de trabajo • Pantalla de soldador

4. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. (En la introducción del Real Decreto 1627/1.997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.)

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades. El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

6. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

7. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador.

Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa. (Se recuerda al Arquitecto que el Plan de Seguridad y Salud, único documento operativo, lo tiene que elaborar el contratista. No será función del Arquitecto, contratado por el promotor, realizar dicho Plan y más teniendo en cuenta que lo tendrá que aprobar, en su caso, bien como Coordinador en fase de ejecución o bien como Dirección Facultativa.).

8. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- 1) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- 3) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- 4) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- 5) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan. Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

9. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- 3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- 4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
- 6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- 7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

10. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

11. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

12. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

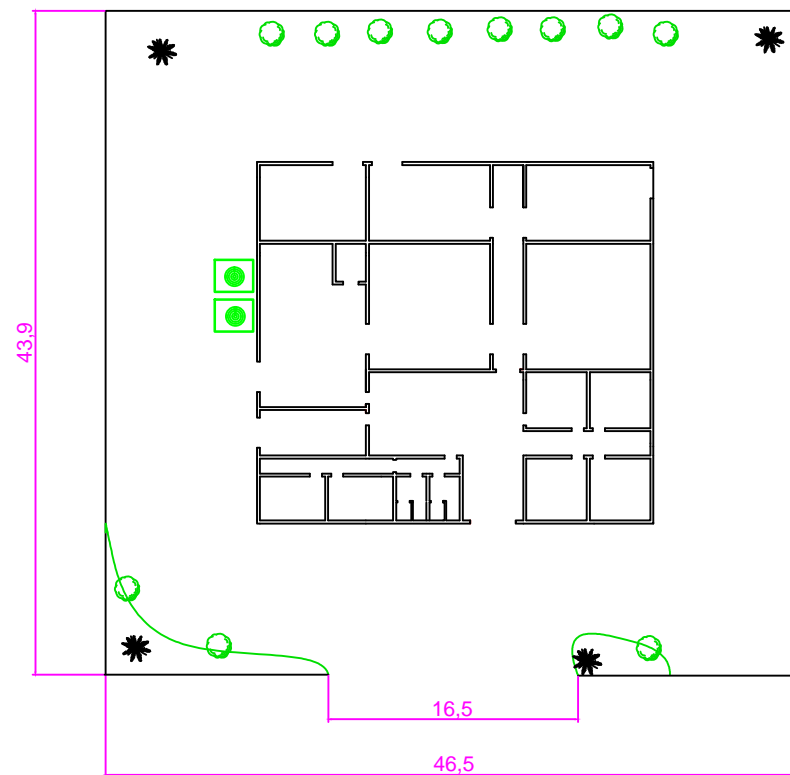
Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

13. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Cartagena, septiembre de 2014
El Ingeniero Agrónomo

ANEJO XIII – PLANOS



Escala
1:500



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

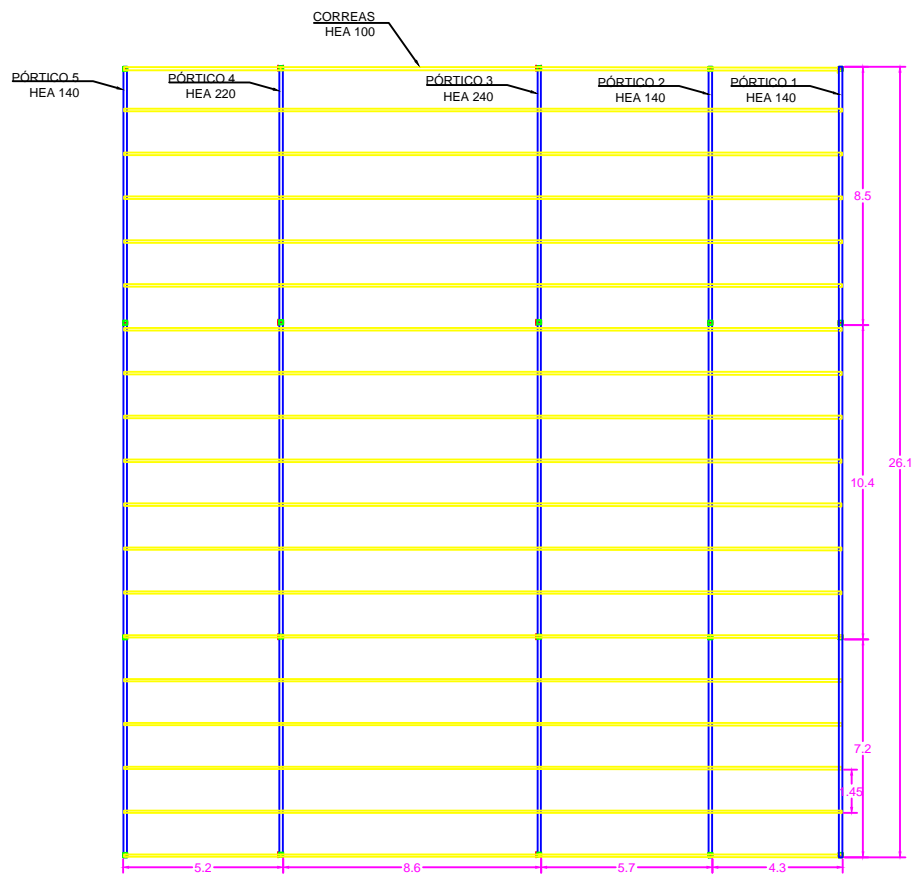
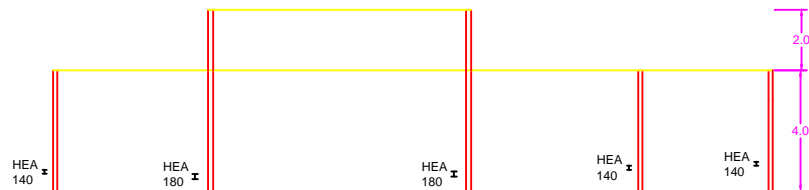
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Ubicación

Plano N°:
1

Escala
Varias

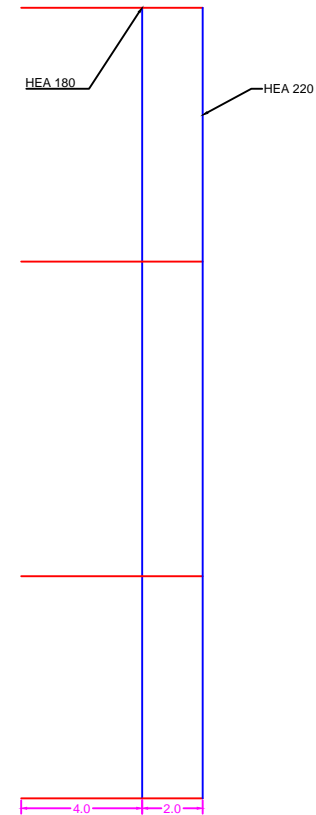
Fecha
20/09/2014



PÓRTICOS 1, 2 Y 5



PÓRTICOS 3 Y 4



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

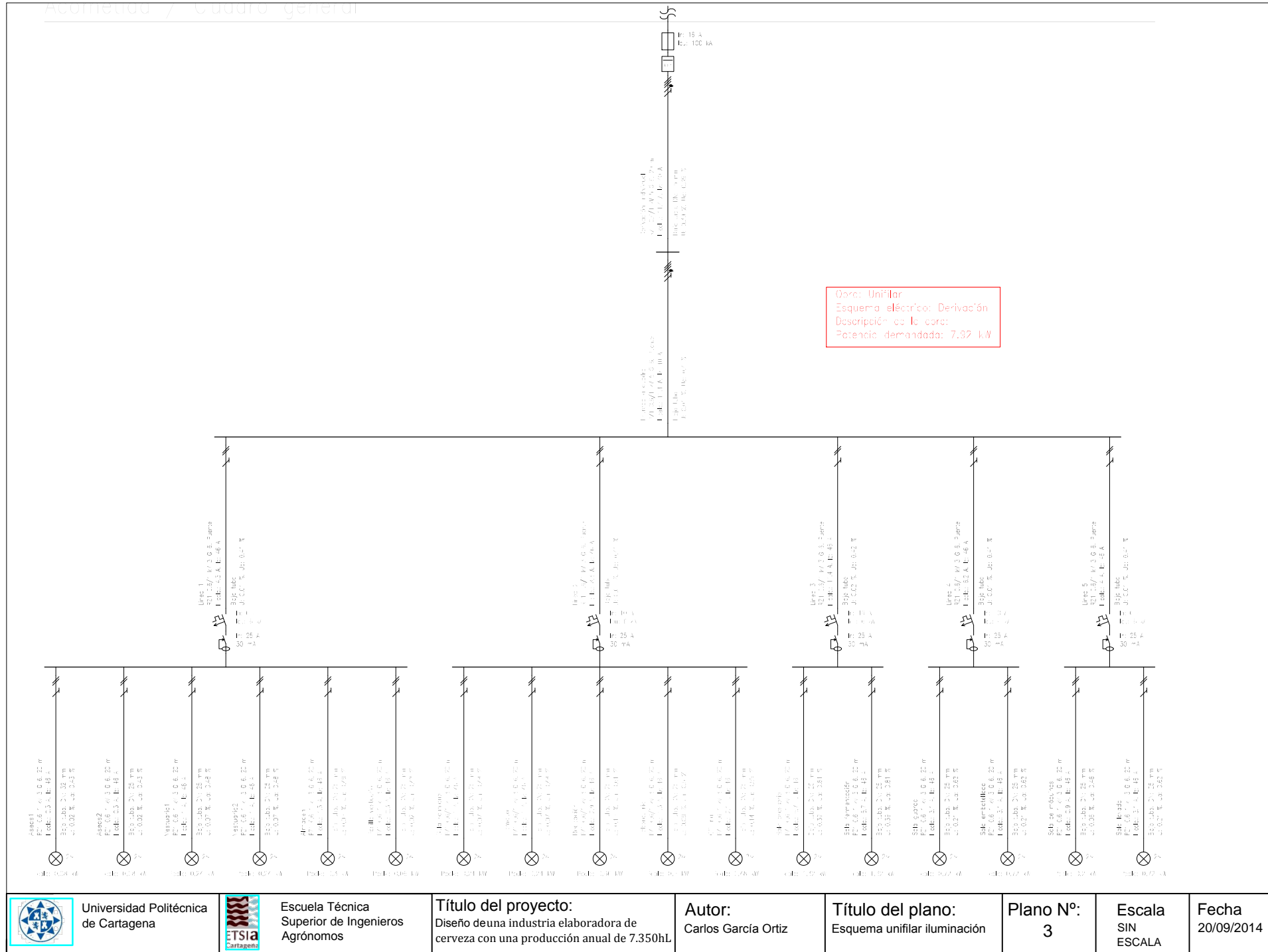
Autor:
Carlos García Ortiz

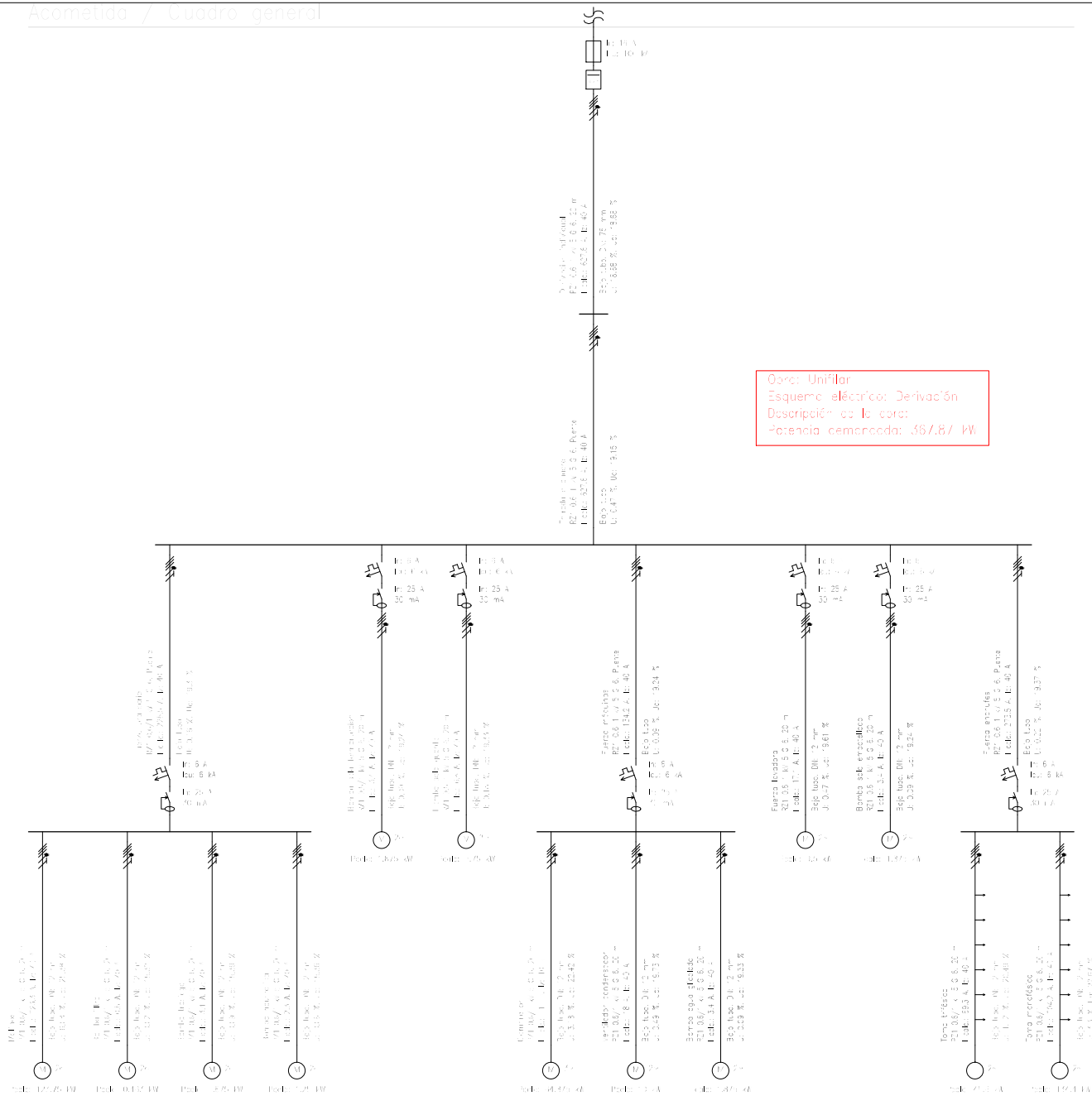
Título del plano:
Cubierta y pórticos

Plano N°:
2

Escala
1:250

Fecha
19/09/2014





Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

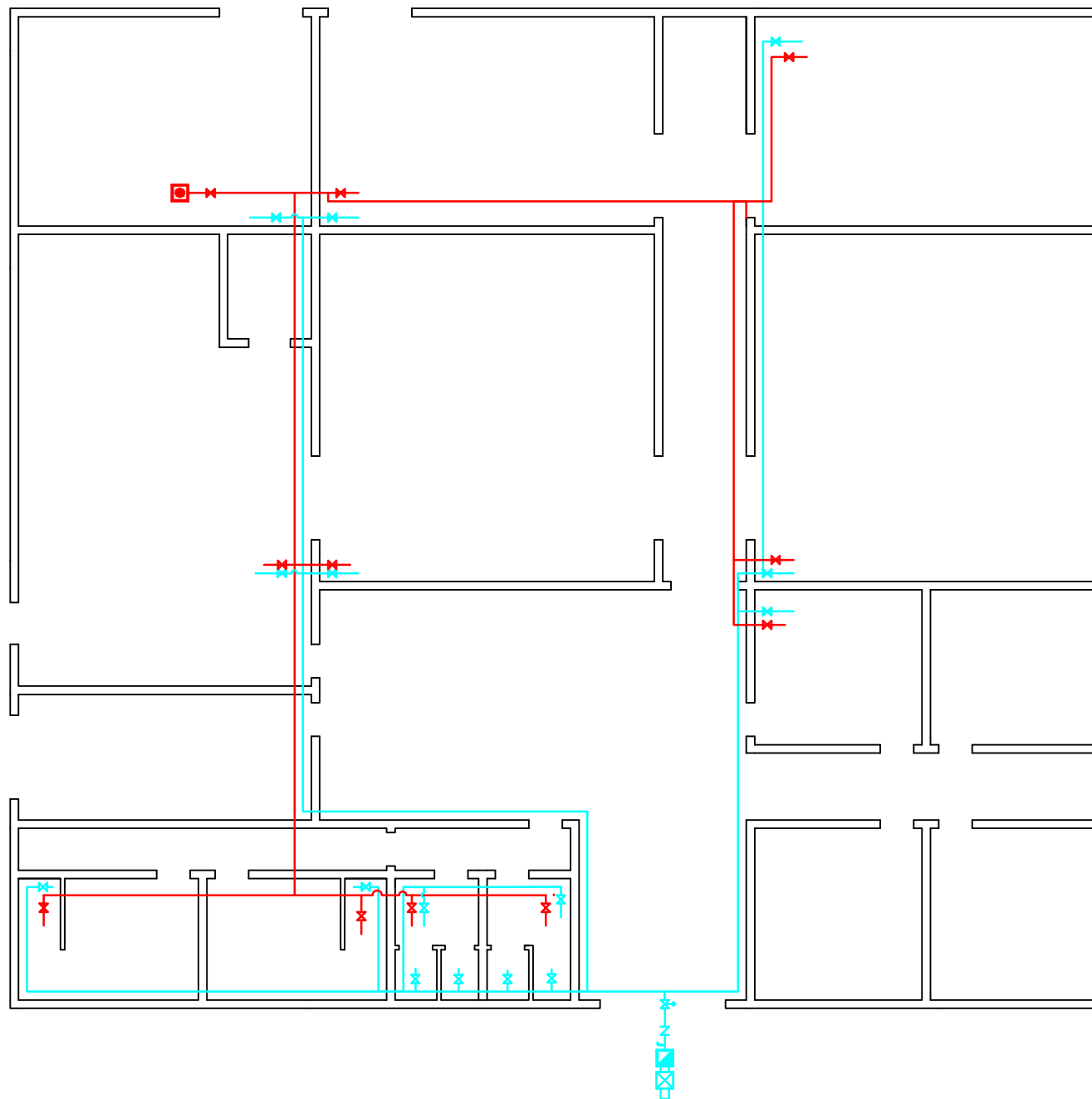
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Esquema unifilar fuerza

Plano N°:
4

Escala
SIN
ESCALA

Fecha
20/09/2014



Leyenda fontanería	
	Válvula
	Válvula antirretorno
	Contador
	Grifo de comprobación
	Llave general acometida
	Caldera
	Llave de paso con grifo de vaciado



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

Autor:
Carlos García Ortiz

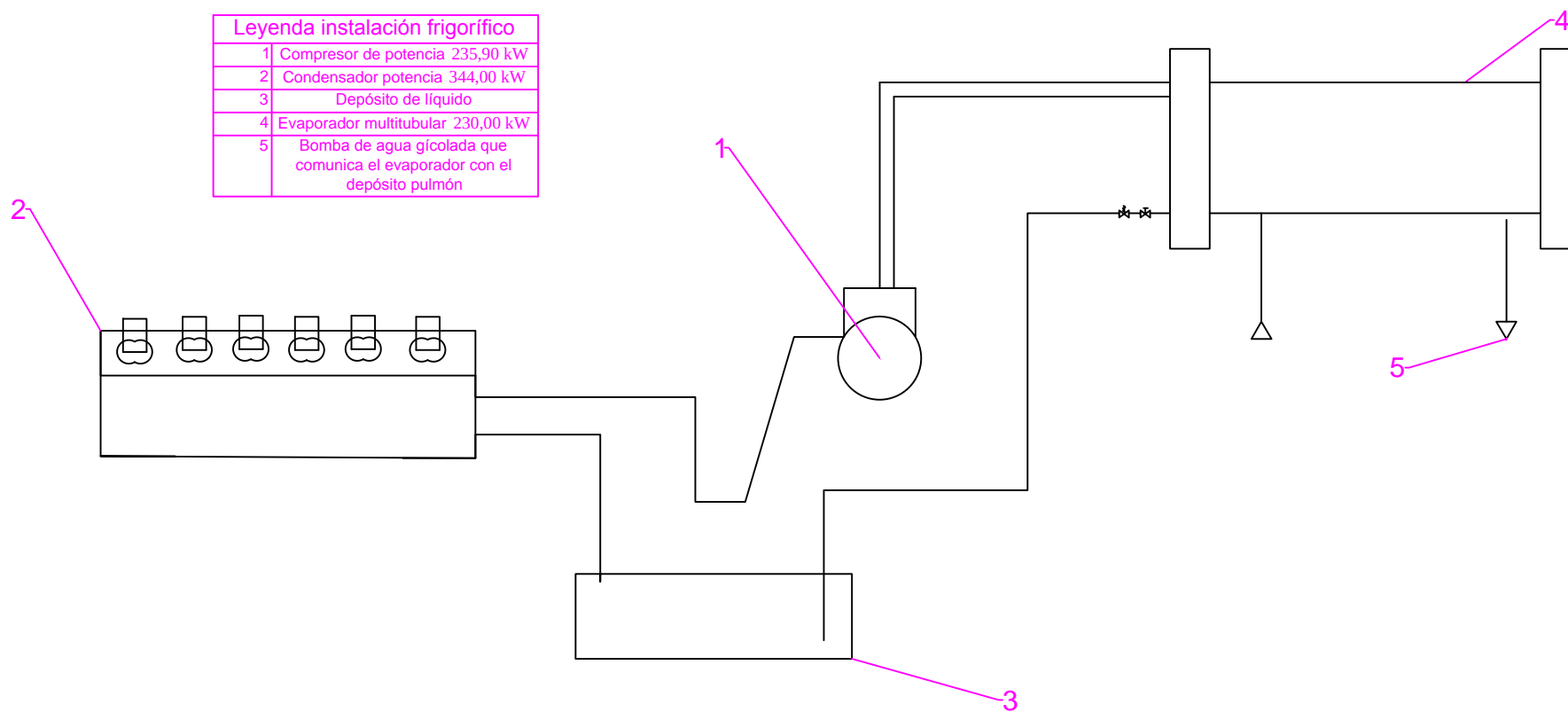
Título del plano:
Instalación fontanería

Plano N°:
5

Escala
1:150

Fecha
19/09/2014

Leyenda instalación frigorífica	
1	Compresor de potencia 235,90 kW
2	Condensador potencia 344,00 kW
3	Depósito de líquido
4	Evaporador multitubular 230,00 kW
5	Bomba de agua gícolada que comunica el evaporador con el depósito pulmón



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

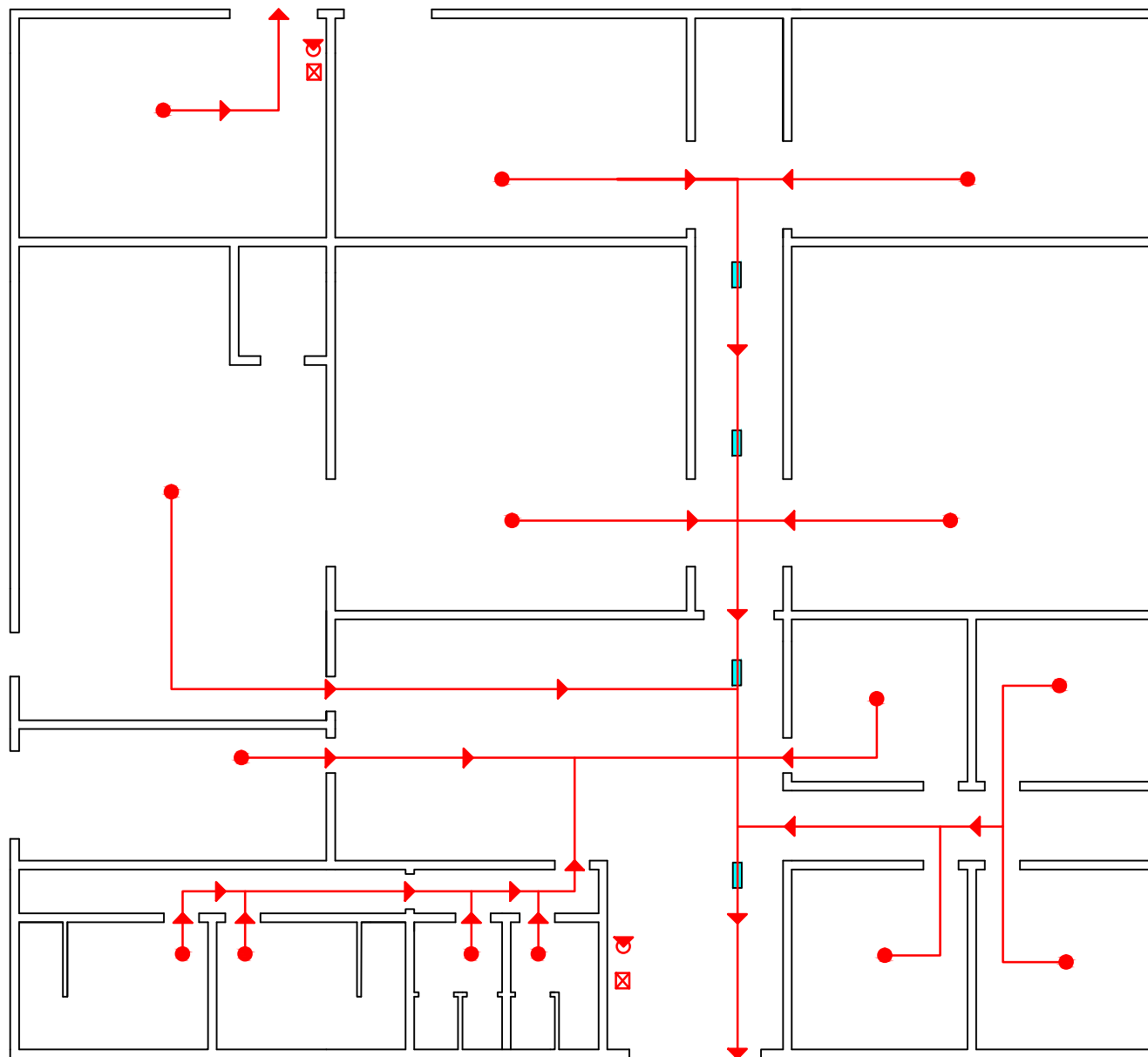
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Esquema instalación frigorífica

Plano N°:
6

Escala
SIN
ESCALA

Fecha
19/09/2014



Leyenda de protección de incendios

☒	Pulsador
☒	Extintor
●	Punto de reunión
→	Dirección evacuación



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

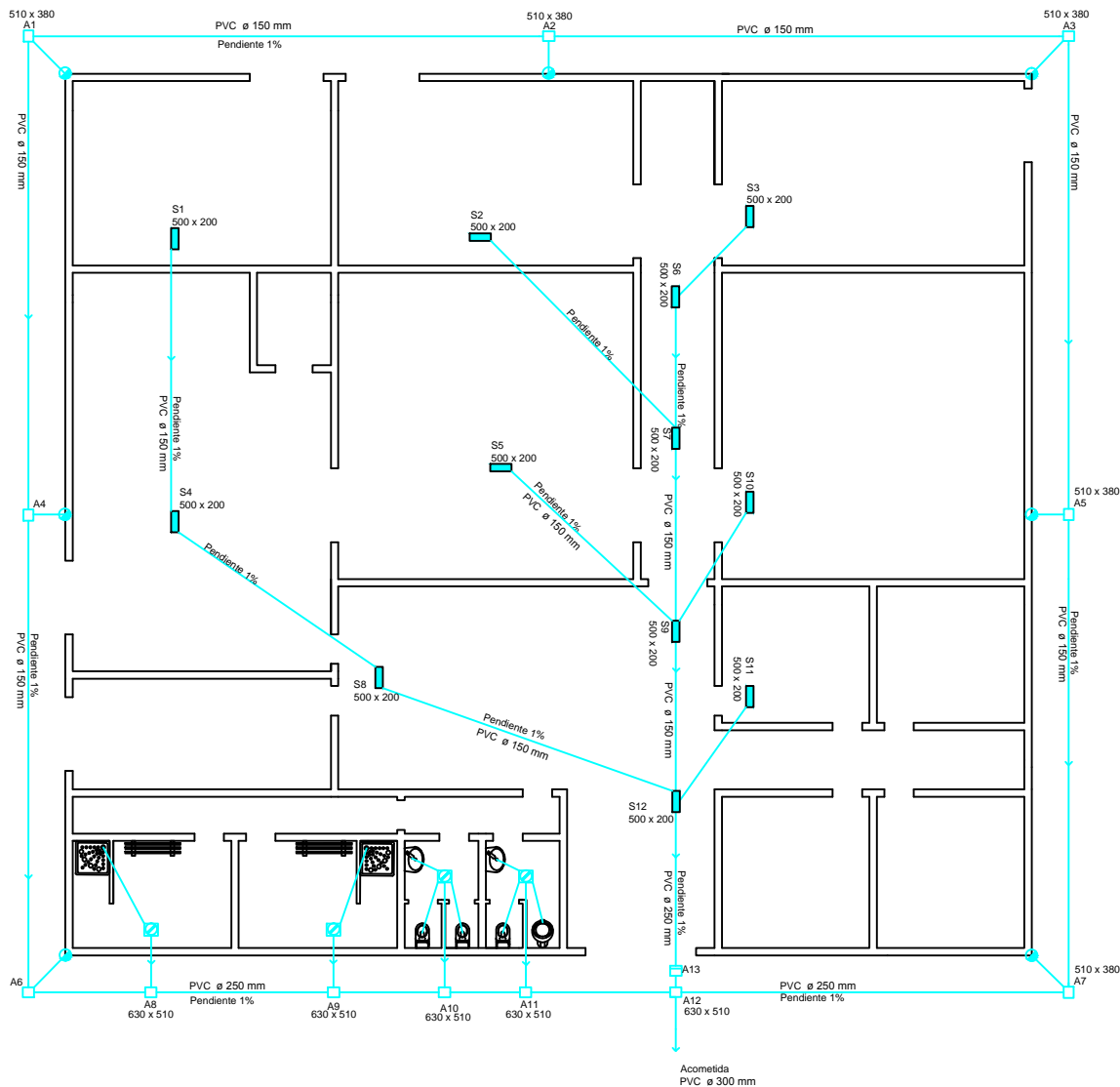
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Instalación de incendios

Plano N°:
7

Escala
1:150

Fecha
19/09/2014



Leyenda de saneamiento	
	Bajante
	Bote sifónico
	Arqueta de paso
	Arqueta separadora de grasas
	Arqueta sumidero



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

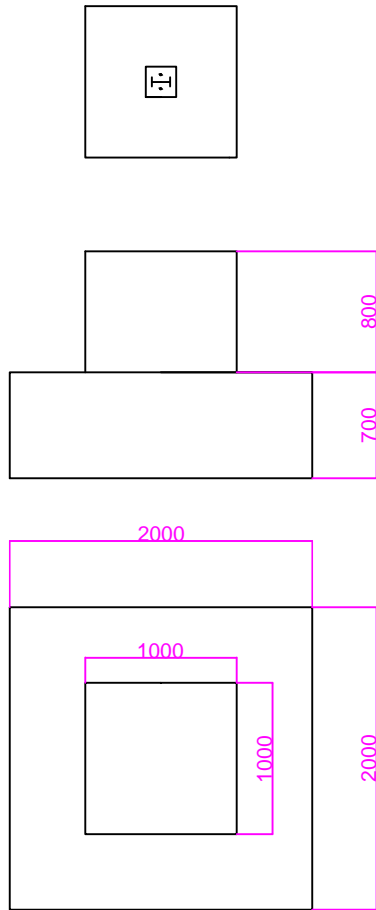
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Instalación de saneamiento

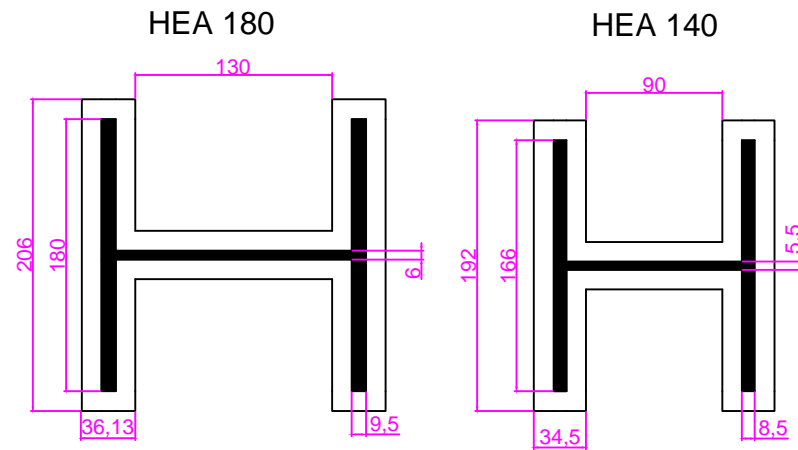
Plano Nº:
8

Escala
1:200

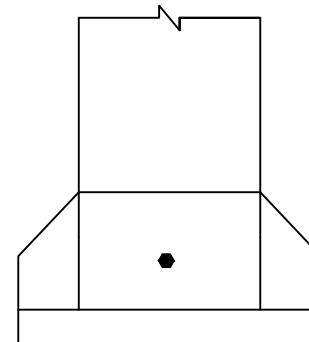
Fecha
20/09/2014



Escala 1:50



Escala 1:5



Escala 1:5



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

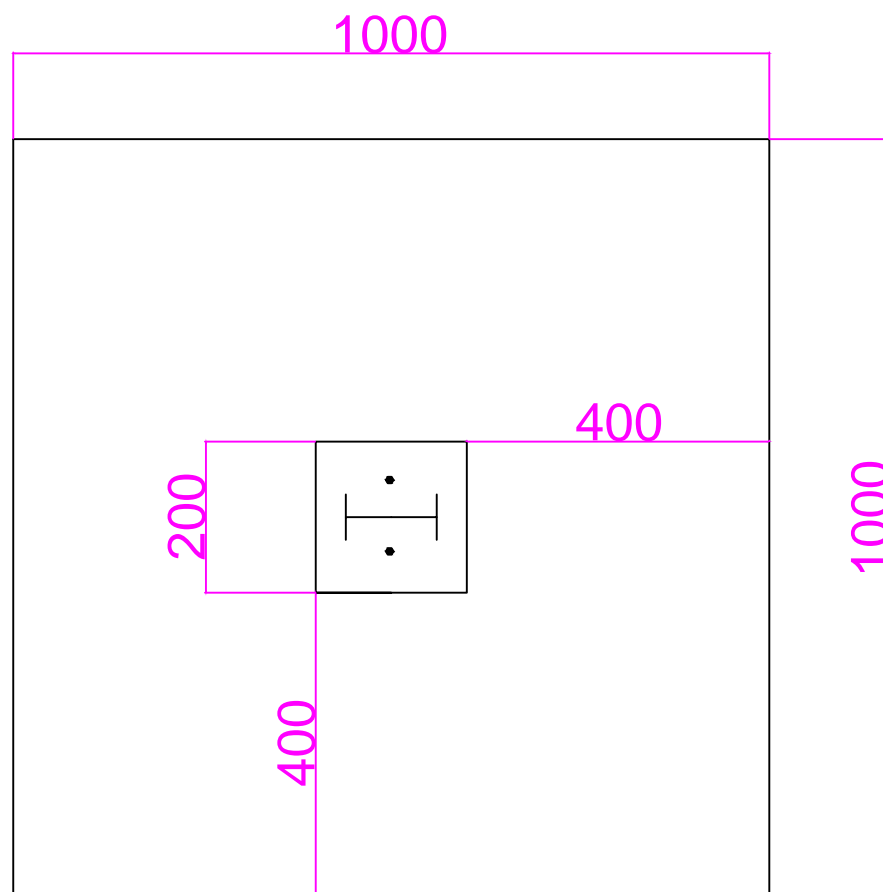
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Detalles de la estructura

Plano N°:
9

Escala
Varias

Fecha
20/09/2014



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

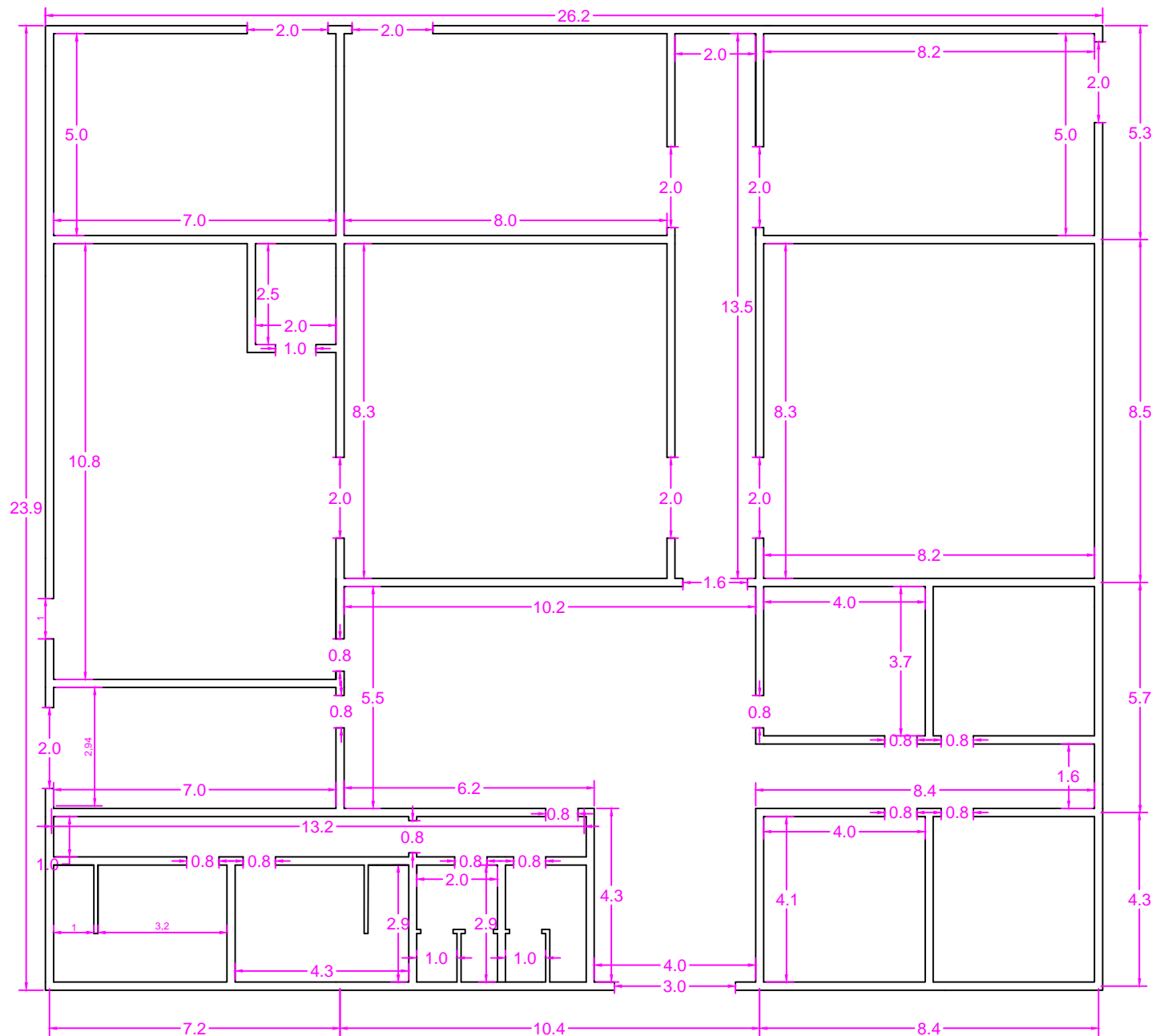
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Detalle placa de anclaje

Plano N°:
10

Escala
1:10

Fecha
20/09/2014



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

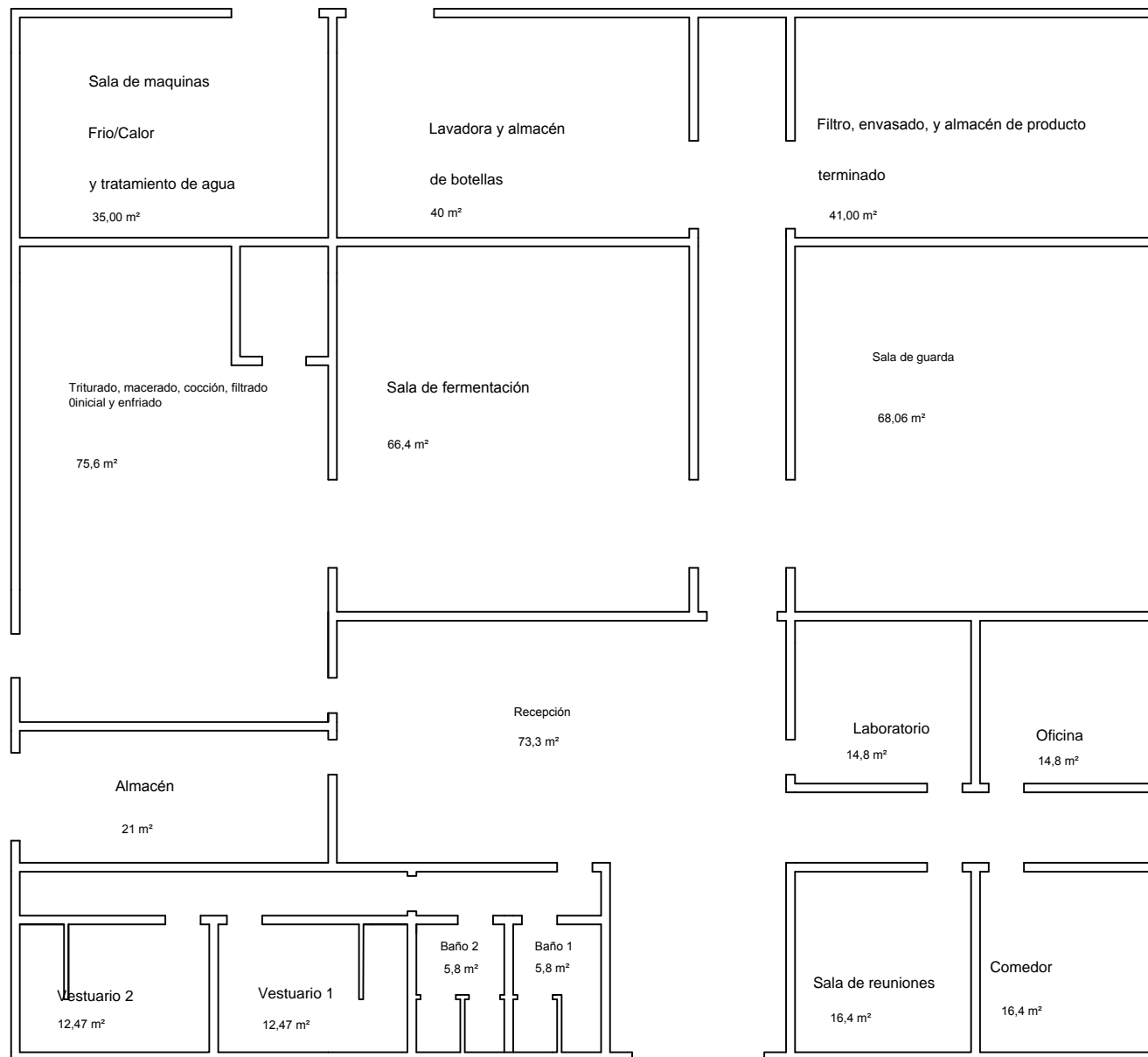
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Medidas de la planta y
distribución

Plano Nº:
11

Escala
1:150

Fecha
20/09/2014



Universidad Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica
Superior de Ingenieros
Agrónomos

Título del proyecto:
Diseño de una industria elaboradora de
cerveza con una producción anual de 7.350hL

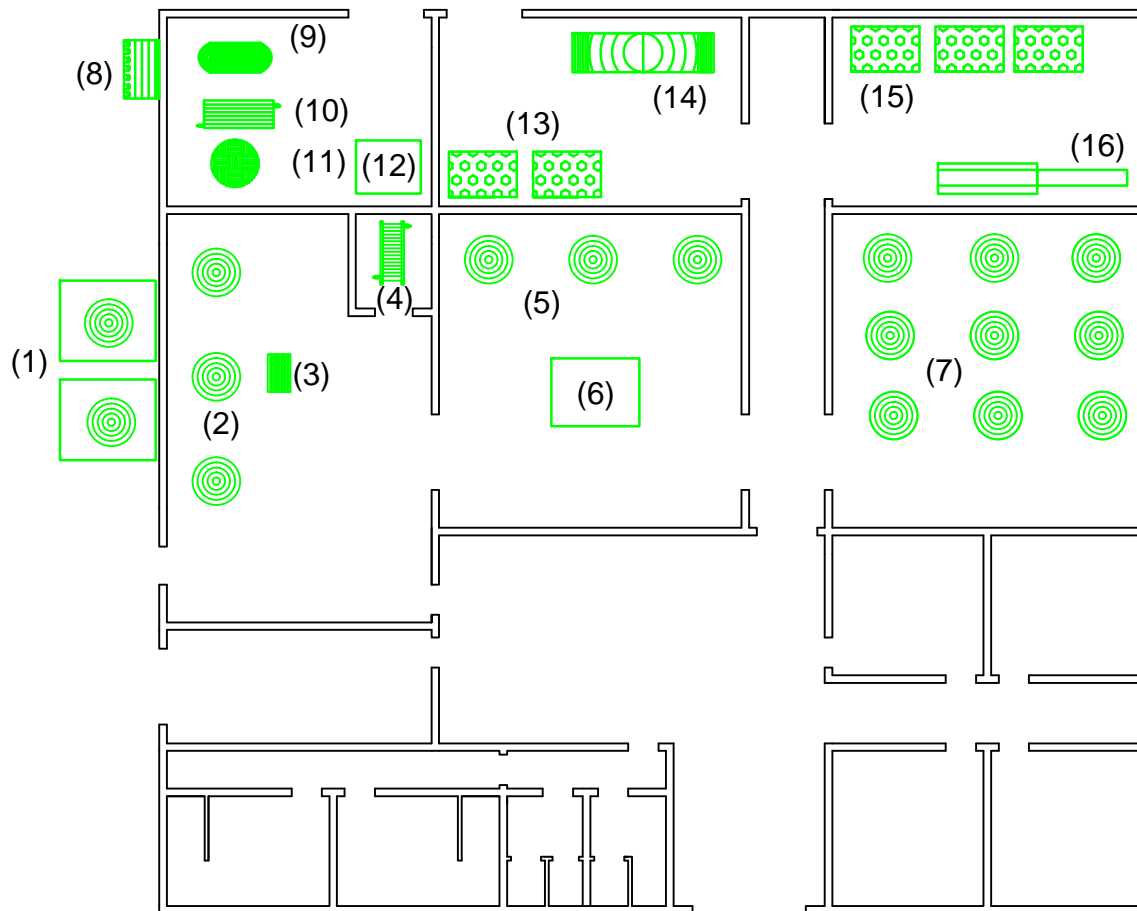
Autor:
Carlos García Ortiz

Título del plano:
Usos y superficies de la
distribución

Plano N°:
12

Escala
1:150

Fecha
20/09/2014

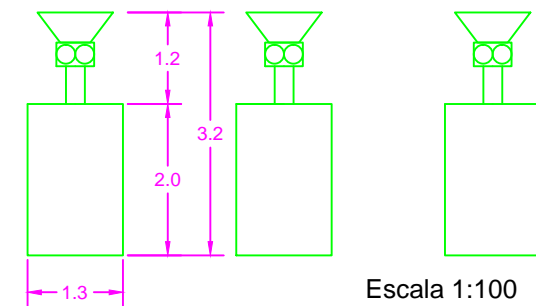


Escala 1:200

Leyenda de la distribución:

- 1) Silos de malta
- 2) Tanques de cocci3n y sacarificaci3n
- 3) Filtro
- 4) Intercambiador de placas
- 5) Tanques de fermentaci3n
- 6) Zona de control de fermentaci3n
- 7) Tanques de guarda
- 8) Condensador
- 9) Compresor y dep3sito de l3quido
- 10) Evaporador tubular
- 11) Dep3sito pulm3n agua glicolada
- 12) Generador de vapor
- 13) Almacenamiento botellas limpias
- 14) Lavadora de botellas
- 15) Almac3n producto terminado
- 16) Tunel de llenado, taponado y etiquetado

Detalle de los tanques de cocci3n y sacarificaci3n con molino



Escala 1:100



Universidad Polit3cnica
de Cartagena



Escuela T3cnica
Superior de Ingenieros
Agr3nomos

T3tulo del proyecto:

Dise1o de una industria elaboradora de
cerveza con una producci3n anual de 7.350hL

Autor:

Carlos Garc3a Ortiz

T3tulo del plano:

Distribuci3n de la maquinaria
en la planta

Plano N3:

13

Escala

Varias

Fecha

20/09/2014

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ARBONES MACIÑEIRA, E., CORRAL VILELA, I., & GÓMEZ FERNÁNDEZ, J. (2001). *Fundamentos termodinámicos y diseño de las instalaciones de vapor en las industrias agroalimentarias*. Lugo, Trymar.
- HOLLE, S. R., & KLIMOVITZ, R. (2003). *A handbook of basic brewing calculations*. St. Paul, Minn, Master Brewers Association of the Americas.
- ALEIXANDRE BENAVENT, J. L., & ALEIXANDRE TUDÓ, J. L. (2010). *Manual de vinos y bebidas*. Valencia, Editorial UPV.
- ALONSO DURÁ, A. (2005). *Introducción a las estructuras de edificación*. Valencia, Universitat Politècnica de València, Serv. de publicaciones.
- CASTRILLO CABELLO, M. A. (1999). *Problemas resueltos de estructuras metálicas: adaptados a la NBE-EA-95 : cálculo de estructuras de acero*. Madrid, Bellisco.
- LLOPIS DOMÉNECH, R. (2010). *Problemas resueltos de producción de frío y sicrometría: tablas y diagramas*. Madrid, A. Madrid Vicente.
- PLAZA PÉREZ, S. D. L. (1994). *Electrotécnia y electrificación rural*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- MOLINA MARTÍNEZ, J. M., & CÁNOVAS RODRÍGUEZ, F. J. (2012). *Principios básicos de electrotecnia: fundamentos de electrotecnia para ingenieros*. Barcelona, Marcombo [etc.].
- BAMFORTH, C. W. (2009). *Beer a quality perspective*. Burlington, MA, Academic. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780126692013>.
- BAMFORTH, C. W. (2005). *Food, fermentation, and micro-organisms*. Oxford, Blackwell Science. <http://site.ebrary.com/id/10240504>.
- CERVECEROS DE ESPAÑA, & ESPAÑA. (2010). *Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España*. [Madrid], Cerveceros de España.
- VANDERHAEGEN, B., DELVAUX, F., DAENEN, L., VERACHTERT, H., & DELVAUX, F. R. (2007). Aging characteristics of different beer types. *Food Chemistry*. 103, 404-412.
- ESPAÑA. (2008). *Código técnico de la edificación*. Madrid, Departamento de Gestión Editorial, Documentación e Información del Boletín Oficial del Estado.